



PROJETO DE GRADUAÇÃO

**ESTUDO DE EVENTOS EM COMPANHIAS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL DE CAPITAL ABERTO
DURANTE A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS**

Por,
Ícaro José Guimarães Costa

Brasília, 23 de outubro de 2021.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Faculdade de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**ESTUDO DE EVENTOS EM COMPANHIAS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL DE CAPITAL ABERTO
DURANTE A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS**

Por,

Ícaro José Guimarães Costa

Brasília, 23 de outubro de 2021

AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim deste ciclo, gostaria de agradecer a todos que compartilharam momentos comigo nesta etapa tão importante da vida. Agradeço, primeiramente e mais importante, à minha família - meu pai, minha mãe, meu irmão e minha vó - que sempre foram a base de tudo e permitiram o meu desenvolvimento como pessoa, sem eles nada disso seria possível. O final desta etapa da minha vida tem grande importância para cada um deles e me resta enorme gratidão por todos os esforços realizados e aprendizados que tive.

Também sou muito grato a cada momento marcante vivido nos últimos anos durante a graduação. Aos amigos criados no início do curso, ficaram muitos aprendizados ao conhecer pessoas com diferentes passados que almejavam coisas semelhantes à mim. Ao pessoal que tive a oportunidade de conhecer durante meu período na empresa júnior. Certamente, o que fica de mais valioso destes semestres são as amizades feitas e tenho muito orgulho de ter como amigos pessoas que me inspiram a pensar de forma cada vez melhor. E, por fim, os amigos feitos nesta reta final, principalmente o pessoal da Ermida. Sou muito grato aos aprendizados do dia-a-dia e, principalmente, da confiança que depositaram em mim desde o momento que entrei. Também carreguei com muito carinho as pessoas que conheci lá.

Agradeço também aos meus amigos pessoais, que mesmo não compartilhando a experiência de graduação ao meu lado, sempre me apoiaram, se mantiveram firmes e foram ótimos companheiros tanto nos momentos de descontração e diversão, quanto nos momentos ruins que estiveram presente. E finalmente, agradeço à Maíra, minha namorada maravilhosa por estar tão perto nessa reta final, por me fazer uma pessoa melhor a cada dia e por permanecer, de forma atenciosa e companheira, ao meu lado em meio aos desafios e obstáculos da vida que vivemos juntos.

Por fim, agradeço ao Professor Dr. João Carlos Félix, o Joca, por todos os aprendizados, às conversas, direcionamentos e paciência que teve comigo ao longo do trabalho de Projeto de Graduação.

Ícaro José Guimarães Costa

RESUMO

A deflagração da pandemia causada pelo novo Coronavírus (SARS-CoV-2) trouxe várias implicações para a vida das pessoas. Do de vista econômico, os *lockdowns* foram alvo de muitas discussões, dada a desaceleração nas economias. Como consequência, o mundo financeiro também enfrentou muitas incertezas e, com isso, trouxe volatilidade nas bolsas de valores. O objetivo deste trabalho é analisar a influência que a pandemia trouxe nas companhias de construção civil, listadas na bolsa de valores brasileira, nas datas dos eventos de: (1) declaração da Organização das Nações Unidas (ONU) de pandemia em termos globais; e (2) em um segundo período, quando a possível segunda onda de mortes pela doença se formava no Brasil. Esta análise foi fundamentada pelo método de Estudo de Eventos e buscou mensurar os retornos anormais de uma carteira com empresas que possuem as ações mais líquidas do setor imobiliário. O portfólio, que foi selecionado por meio da Teoria Moderna de Portfólios, apresentou retornos anormais acumulados na primeira janela de eventos, rejeitando a hipótese nula de eficiência do mercado em sua forma semiforte. Dessa forma, não é possível afirmar que o mercado foi eficiente ao incorporar informações de forma instantânea em seus preço. Durante a segunda janela, a hipótese de presença retornos acumulados não foi rejeitada. Assim, é possível afirmar que o portfólio agiu de maneira eficiente neste período. No geral, foi observada uma forte queda das ações de empresas do setor de construção civil no momento de início da pandemia e grande volatilidade durante e após o evento.

Palavras-chave: Estudo de Eventos, Seleção de Carteiras, Coronavírus, Mercado Financeiro.

ABSTRACT

The outbreak of the coronavirus pandemic across the globe brought various implications in the lives of people all around the planet. The lockdowns that many countries had to follow were surrounded by enthusiastic debates on whether it was the right thing to do, due to its negative influences on the local economies. Consequently, most of the global financial markets had notable dips, due to the uncertainties the pandemic brought to the investors. This project aims to measure the influence the pandemics had on the Brazilian real estate companies on two events: (1) the day the United Nations (UN) declared the coronavirus outbreak was no longer an epidemic and had become a global pandemic and (2) the period when the Brazilian control of the virus had come to its worst point and there was a possible second wave going on. The methodology used in this project was de Event Study, as defined by Campbell, Mackinlay and Lo (1997) and was based real estate stocks with the highest trading liquidity. The portfolio, which had been selected using the Modern Theory of Portfolio, proposed by Markowitz (1952), did not react as expected by the hypothesis, so there were significant abnormal results in the first event window, indicating the real estate companies did not perform with semi-strong efficiency. In the second window, though, the abnormal results along the window was smaller and there is no evidence to state that the real estate stock market in Brazil did not perform in a semi-strong efficient way.

Keywords: *Event Study, Stock Market, Portfolio Management, Coronavirus.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Aspectos Gerais	10
1.2 Objetivos.....	12
1.3 Estrutura do Trabalho	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Hipótese dos Mercados Eficientes (HEM)	13
2.2 Estudo de Eventos	16
2.3 Análise de Retornos.....	21
2.4 Teste de Normalidade do Modelo	26
2.5 Seleção de Carteiras.....	27
3. METODOLOGIA	28
4. DESENVOLVIMENTO	30
4.1 Definição do evento.....	30
4.2 Critérios de Seleção	33
4.3 Retornos Normais e Anormais	35
4.4 Procedimentos de Estimação	36
4.5 Procedimentos de Teste	39
5. RESULTADOS.....	40
5.1 Análise do Beta.....	40
5.2 Análise dos Retornos	42
6. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE A – Matriz de Correlação	53
APÊNDICE B – Matriz de Covariância.....	54
APÊNDICE C – Retornos Reais na Primeira Janela de Estimação.....	55
APÊNDICE D – Retornos Anormais, Retornos Anormais Acumulados e Teste de Hipótese da Primeira Janela de Evento	60
APÊNDICE E – Retornos Reais na Segunda Janela de Estimação.....	62
APÊNDICE F – Retornos Anormais, Retornos Anormais Acumulados e Teste de Hipótese da Primeira Janela de Evento	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Eficiência de Mercado	14
Figura 2 – Impacto no preço da ação.....	16
Figura 3 – Etapas do Estudo de Eventos	19
Figura 4 – Gráfico de média móvel de mortes por COVID-19 no Brasil	32
Figura 5 – Janelas dos Eventos.....	32
Figura 6 – Gráfico da Alocação Carteira de Risco Mínimo de Markowitz.....	35
Figura 7 – Janelas de Estimação.....	36
Figura 8 – Retorno Normal e Anormal Acumulado na Janela 1	43
Figura 9 – Retorno Normal e Anormal Acumulado na Janela 2	45
Figura 10 – Retornos Acumulados na Janela 1	46
Figura 11 – Retornos Acumulados na Janela 2	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de Eficiência de Mercado.....	11
Quadro 2 – Etapas do Estudo de Eventos.....	17
Quadro 3 – Empresas consideradas para o estudo.....	33
Quadro 4 – Retorno Esperado e Risco das Empresas do Estudo	34
Quadro 5 – Parâmetros Estatísticos da Primeira Janela de Estimação.....	37
Quadro 6 – Primeira Janela de Estimação.....	37
Quadro 7 – Coeficientes da Carteira na Janela Primeira de Estimação	38
Quadro 8 – Parâmetros Estatísticos da Segunda Janela de Estimação.....	38
Quadro 9 – Segunda Janela de Estimação.....	38
Quadro 10 – Coeficientes da Carteira na Janela Segunda de Estimação	39
Quadro 11 – Distribuições Normais	39
Quadro 12 – Betas e p-valor do portfólio.....	41
Quadro 13 – Beta dos ativos.....	41
Quadro 14 – Resultados da Janela 1.....	44
Quadro 15 – Resultados da Janela 2.....	45
Quadro 16 – Resultados da Janela 2.....	46

1. INTRODUÇÃO

1.1 Aspectos Gerais

A pandemia causada pelo novo Coronavírus (COVID-19) foi um acontecimento sem precedentes para a atual geração. A última vez que a humanidade vivenciou uma crise sanitária desta magnitude tinha cerca de um século, quando a Gripe Espanhola matou milhões de pessoas mundo afora. O contexto de pandemia teve início no final de 2019, inicialmente na China, e se alastrou rapidamente em todo o mundo, causando grandes mudanças comportamentais na maioria das nações.

Em meio a este “novo normal”, muitas mudanças sociais foram observadas, desde o distanciamento social, até a ascensão do trabalho remoto. Estas repentinas alterações nos costumes das sociedades causaram também grandes impactos nas economias, com a restrição da movimentação da população, devido ao *lockdown*, presente em vários lugares no mundo. A devastação nas economias também foi observada nas bolsas de valores, onde foram vistas grandes quedas e altíssima volatilidade. Em relatório de março de 2020, Moutinho (2020) registrou as quedas observadas desde janeiro daquele ano. Com variações negativas superiores a 30%, as principais bolsas de mercados europeus sofreram nos primeiros meses do ano. A Bolsa de Milão (FTSE MIB), Londres (FTSE 100), Frankfurt (DAX-30), Paris (CAC 40), entre outras, apresentaram resultados semelhantes, com forte variação para baixo. Da mesma forma, o S&P 500, a cesta com as 500 principais empresas listadas nas bolsas estadunidenses também sofreu, com quedas que chegaram a 25%.

De forma ainda mais acentuada, a volatilidade esteve muito presente também no Brasil. Os principais indicadores econômicos tiveram resultados catastróficos no início de 2020. De acordo com jornal “Estadão”, o resultado até dia 22 de março de 2020 do IBOVESPA, o principal índice de ações listadas no Brasil, foi o pior entre as bolsas mais relevantes do mundo, com perdas registradas de até R\$ 1,7 trilhão. Além disso, o Produto Interno Bruto (PIB) registrou uma queda de 9,7% no segundo trimestre e 4,1% no ano. Por fim, ainda teve a alta do dólar que chegou a alcançar a marca de R\$ 5,97, e acumulou uma alta de 29% frente ao real (INVESTING, 2020).

O momento de alta volatilidade torna a importância de mensurar os riscos nos investimentos ainda maior. A relação risco e retorno é conhecida nos mercados há muitos anos. Em seu estudo intitulado “*Portfolio Selection*” (1952), Harry Markowitz apresenta seu modelo como forma

de localizar a melhor carteira de investimento possível para um conjunto de ativos por meio da análise por média-variância de portfólios. Segundo ele, quando uma carteira eficiente é montada, há um maior retorno esperado, dentro do risco que o investidor aceita assumir.

Portanto, dado o perfil de risco do investidor, se ele possui uma carteira considerada ótima, pelos parâmetros utilizados por Markowitz, ele está assumindo determinado nível de risco, que está atrelado ao retorno esperado do investidor. Esta teoria foi o que deu início à relação que hoje é conhecida que diz que quanto maior o risco do ativo, maior o retorno esperado. Dessa forma, ao optar em ações na bolsa de valores, o investidor está assumindo o risco do mercado e, conseqüentemente, possui expectativa de retorno maior que quem toma menos risco. Esta premissa, porém, é discutida entre os acadêmicos que buscam determinar se é possível obter sistematicamente mais retornos que o mercado ao selecionar determinados ativos. Para Fama (1970), não é possível um investidor prever movimentações do preço de ativos no curto prazo, já que o mercado absorve todas as informações disponíveis e incorpora no preço destes ativos. Esta teoria, chamada de Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM) conclui, portanto, que o mercado precifica os ativos de forma correta e conseqüentemente que um investidor não consegue, no longo prazo, ter resultados constantemente melhores que o mercado como um todo.

A teoria apresenta três formas de eficiência:

Quadro 1: Níveis de Eficiência de Mercado

Nível de Eficiência	Características
Fraca	O preço do ativo reflete todas as informações disponíveis publicamente no mercado. Dessa forma, não é possível prever as movimentações do preço do ativo baseado em seu histórico.
Semiforte	Acrescenta ao nível fraco a alta velocidade de absorção de novas informações do mercado. Dessa forma, não é possível obter ganhos sobre o mercado somente com as informações públicas.
Forte	Sustenta que o preço do ativo reflete todas as informações possíveis sobre o ativo, sejam elas públicas ou privadas. Dessa forma, nem mesmo com “informações privilegiadas” é possível obter ganho sobre o mercado.

Fonte: Fama (1991) adaptada pelo Autor.

A Hipótese de Eficiência de Mercado levou a realização de vários estudos sobre a rentabilidade de investimentos e a melhor exposição ao risco. A forma de mensurar a eficiência do mercado também se desenvolveu ao longo do tempo e diferentes tipos de testes foram introduzidos na academia.

Uma das formas mais comuns de testar a Hipótese de Eficiência de Mercado é a de estudo de eventos. O estudo foi desenvolvido por Fama *et al.* (1970) e se perdura como uma alternativa para testar a eficiência de mercado em sua forma semiforte. Posteriormente, com Mackinlay (1997), a metodologia foi desenvolvida e descrita da forma como conhecemos hoje em dia. Segundo ele, a metodologia avalia a extensão com que o desempenho dos preços de papéis de uma firma em dias próximos a um evento específico tem sido anormal, permitindo, portanto, indicar se houve alguma influência do evento na movimentação dos preços do ativo.

Dada a motivação de análise da eficiência do mercado neste período, o setor de construção civil chama atenção por sua conhecida volatilidade e perfil cíclico. De acordo com Damodaran (2021), alguns setores ligados ao mercado imobiliário figuram entre os maiores betas setoriais, tais como “*Homebuilding*” e “*R.E.I.T.S*” (*Real Estate Investment Trusts*), companhias focadas na geração de renda por meio de ativos imobiliários.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste estudo é verificar a presença da Hipótese do Mercado Eficiente em seu nível semiforte em uma carteira de investimentos de empresas do setor imobiliário. Para isso, será analisada uma carteira de risco mínimo do setor, de acordo com a teoria elaborada por Markowitz (1952). A metodologia do estudo de eventos foi escolhida para realizar a análise, dado o período de alta volatilidade da bolsa de valores causado pela crise do coronavírus e a indicação do dia em que o evento ocorreu, permitindo analisar diretamente os impactos causados pelo evento no preço dos ativos. Para tal, será realizada uma comparação da carteira montada com os retornos observados pelo mercado (IBOVESPA), buscando avaliar os retornos anormais no período de estudo, comprovando, assim, a presença ou não da hipótese nula.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho é dividido em seis capítulos: introdução, revisão de literatura, metodologia, desenvolvimento, resultados e conclusão.

No Capítulo 1, foi apresentada a introdução do trabalho, bem como o contexto que motivou a escolha do tema e os objetivos da pesquisa. A introdução expõe também a metodologia que foi utilizada, o estudo de eventos, bem como todas as aplicações necessárias para a realização do trabalho.

No Capítulo 2, é apresentada uma definição mais detalhada sobre os métodos utilizados, bem como sua evolução e melhores práticas. Dessa forma, é realizada uma revisão bibliográfica que apresenta os principais autores dos temas trabalhados e suas contribuições. Em seguida, no Capítulo 3, é feito um apanhado dos métodos citados anteriormente e delineado quais que foram de fato utilizados no trabalho e o que justificou a escolha, bem como o passo a passo que foi percorrido ao longo do presente trabalho.

No Capítulo 4, é descrito o desenvolvimento da metodologia citada anteriormente e são detalhadas e apresentadas as análises de cada etapa do trabalho.

No Capítulo 5, são descritos os resultados do capítulo anterior. Por fim, no Capítulo 6, são realizadas as conclusões finais bem como as sugestões para os trabalhos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Hipótese dos Mercados Eficientes (HEM)

Desde o estudo de Bachelier (1900), a Hipótese de Eficiência de Mercado existe como forma de entender o comportamento de preços e suas variações. Na época, ocorreram as primeiras análises sobre a teoria da especulação e foi concluída que as variações nos preços das ações são independentes e distribuídas de forma probabilística.

De acordo com Camargos e Barbosa (2003), o interesse pela hipótese foi revivido no final dos anos 50, sob o nome de “*random walk theory*”, ou o passeio aleatório dos preços das ações.

A partir daí, o mercado passou a dar mais atenção aos movimentos dos preços de ações e surgiu uma convergência dos estudos para a velocidade e precisão do ajustamento dos preços a medida que informações vão se tornando públicas.

No contexto de ascensão deste tipo de estudo, Fama (1970) divulgou o trabalho que obteve maior impacto no meio acadêmico dentre todos. Segundo ele, o mercado é eficiente se o preço das ações listadas incorpora instantaneamente todos os tipos de informações que estão disponíveis em dado momento. A conclusão diz também que não é possível um investidor ter retornos muito maiores que a média do mercado somente com as informações disponíveis publicamente.

Ainda no estudo publicado por Fama (1970), são apresentadas condições para que o mercado atue de forma eficiente: (i) não existem custos transacionais na compra e venda de títulos; (ii) não existem custos para as informações publicadas para todos os agentes do mercado e; (iii) todos os agentes do mercado devem concordar com o preço vigente do título e da expectativa de preço futura.

O estudo também contribui com as três formas de eficiência de mercado – fraca, semiforte e forte -, conforme apresentadas anteriormente:

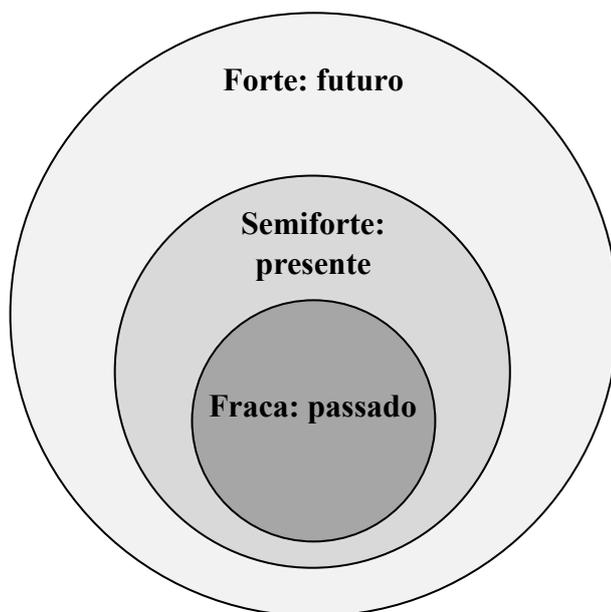


Figura 1: Eficiência de Mercado

Fonte: Adaptado de Camargos e Barbosa (2015)

A eficiência de mercado em sua forma fraca – que diz que os preços das ações no mercado refletem toda as informações históricas de um ativo – é testada utilizando estudos de previsibilidade de retornos (FAMA, 1991). O estudo se trata de prever preços de ativos de acordo com a oscilação histórica do papel. Porém, com o passar do tempo, foram incorporadas nas previsões algumas variáveis qualitativas do ativo, como o *dividend yield* e a taxa de juros do mercado, além de modelos de precificação de ativos, acrescentando os prêmios incorporados ao ativo em questão às taxas de descontos de ativos que apresentam maiores riscos, como o CAPM.

Também de acordo com Fama (1991), Estudos de Eventos - nome da metodologia apresentada para identificar o que ele chamava de eficiência semiforte – é a mais poderosa ferramenta em apontar evidências de eficiência de mercado, principalmente para eventos específicos, que podem ter suas datas de ocorrências identificadas de forma clara.

Por fim, a forma forte de eficiência de mercado é chamada de “testes para informações privadas”. A metodologia busca inferir se há profissionais do mercado que possuem informações privadas de determinadas empresas. A forma de medição de eficiência, porém, é “turva e nebulosa” (FAMA, 1991) já que é difícil provar a existência deste tipo de conhecimento e de incorporá-lo ao mercado e às variações do preço do ativo.

Silva (2003) define a eficiência informacional do mercado de acordo com a velocidade que os preços das ações incorporam as novas informações disponíveis. Segundo ele, se os preços reagem de modo razoável, pode-se dizer que o mercado é relativamente eficiente. Porém, se a informação é passada para o mercado e os participantes demoram a tomar conhecimento e refletir no preço do ativo, ele define o mercado como relativamente ineficiente.

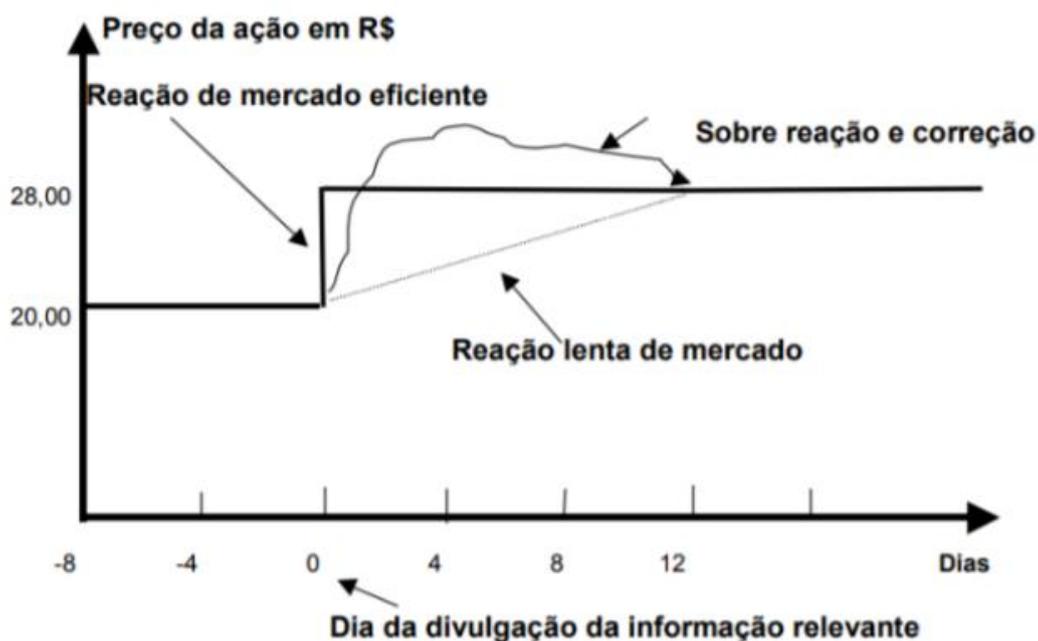


Figura 2: Impacto no preço da ação

Fonte: Silva (2003)

2.2 Estudo de Eventos

2.2.1 Definição

O estudo de eventos, conforme brevemente apresentado na seção anterior, é uma metodologia desenvolvida por Fama (1970). O modelo econométrico, como apresentado por Kothari e Warner (2004) vem sendo cada vez mais utilizado no mercado financeiro e na literatura para avaliar variações de preços de ações negociadas publicamente. A ferramenta pode ser empregada para mensurar se o mercado age de forma eficiente, dada a divulgação de alguma informação ou evento que pode influenciar o preço do ativo no mercado (BROWN e WARNER, 1980).

Trata-se de uma ferramenta de análise e mensuração de como os preços se variam, dado um acontecimento de um evento relevante ao ambiente em que o negócio está inserido. Para realizar a análise, o método se mostra eficaz na detecção de eficiência de mercado em sua forma semiforte, ou seja, que o efeito de um evento será refletido imediatamente nos preços dos ativos correspondentes (CAMPBELL, MACKINLAY *et. al*, 1997).

As empresas negociadas publicamente em bolsa de valores têm de divulgar suas informações por meio de Fatos Relevantes e divulgações de resultados trimestrais. Para Santos et. al (2017), uma maneira de utilizar o estudo de eventos é para testar a eficiência de mercado frente um evento que certamente causa impacto no preço de uma ação, por exemplo, a divulgação destes tipos de comunicados da empresa ao público.

2.2.2 Estudos de Eventos no Brasil

À medida que a metodologia foi se popularizando na literatura em todo o mundo, diversos estudos relevantes surgiram também no Brasil, buscando analisar o efeito da divulgação de informações sobre empresas específicas sobre os preços de suas ações no mercado de capitais (Santos *et. al*, 2017).

Em seus estudos, Camargos e Romero (2006) e Santos (2017) citaram algumas das principais pesquisas de estudo de eventos no Brasil:

Quadro 2: Etapas do Estudo de Eventos

Autores	Ano do Estudo	Principais Conclusões
Leal e Amaral	1990	Foram encontrados retornos extraordinários antecedentes às assembleias de acionistas. Possível presença de <i>insider information</i> , violando a HEM
Leite e Sanvicente	1990	O valor patrimonial de um ativo não possuía conteúdo informacional significativo na data de divulgação. Portanto, houve sinais de ineficiência.
Vieira e Procianoy	1998	Mesmo com informações públicas, os investidores conseguiam retornos acima do mercado, o que caracterizou uma ineficiência de mercado.
Bueno, Braga e Almeida	2000	Detectaram retornos anormais no pregão anterior a divulgação dos resultados, tornando o mercado ineficiente.

Novis Neto e Saito	2002	Foi encontrada uma relação direta entre <i>dividend yield</i> e retorno anormal acumulado das ações no período pós-evento. Mercado não se comportou de maneira eficiente.
Terra e Lima	2006	Estudo para avaliar se empresas com as melhores práticas de governança eram afetadas da mesma maneira quando têm seus resultados divulgados. Apenas duas de oito amostras apresentaram retornos anormais.
Moreira, Tambosi Filho e Garcia	2012	Estudo comprovou que a medida tomada pela BM&F Bovespa visando mitigar informações assimétricas teve efeito nas empresas que aderiram. A medida tratava-se de maior transparência na política de dividendos, visando estreitar os laços da empresa com seus acionistas.

Fontes: Camargos e Romero (2015) e Santos *et al.* (2017), adaptado pelo autor

2.2.3 Procedimento

O processo de realização de um estudo de eventos consiste em uma análise aprofundada dos retornos de um ativo em um dado período. O retorno da ação, que pode ser contínuo ou discreto, é mensurado em um período prévio à deflagração do evento para entendimento do comportamento normal – esperado, sem a ocorrência do evento – daquele ativo. Para calcular o retorno esperado do ativo, é necessário estudar uma janela prévia ao evento, em busca de entender como o ativo se comporta quando comparado com um índice. Deste período, chamado de janela de estimação, são gerados os parâmetros estatísticos que são utilizados para a determinação do retorno normal na janela do evento.

Uma vez calculado o retorno anormal, realiza-se uma comparação com o retorno que o ativo, de fato, obteve ao longo da janela do evento. A diferença entre estes dois retornos é conhecida como retorno anormal. Ao se comparar estes dois retornos – o retorno esperado e o retorno realizado -, é possível mensurar a influência que o evento teve no ativo e inferir se o mercado agiu de forma eficiente no intervalo.

O processo completo de um estudo de eventos foi dividido por Campbell, Lo e MacKinlay (1997) em sete etapas:



Figura 3: Etapas do Estudo de Eventos

Fonte: Campbell, Lo, MacKinlay (1997)

1. Definição do evento: a primeira etapa consiste em definir o evento foco que vai ser analisado, bem como a janela do evento, o período antes e depois da ocorrência do evento em que serão realizados os estudos do retorno para avaliar a presença de retornos anormais.

É importante considerar tanto um período anterior ao acontecimento do evento quanto posterior. Inicialmente, ao analisar a variação dos preços do ativo antes do acontecimento do evento foco, será analisada a possível presença de informações privilegiadas influenciando o preço do ativo antes da informação se tornar pública. Depois, são analisados os retornos em um período após a data do evento, ou a “data zero”, com o intuito de verificar a velocidade com que o preço do ativo absorveu a publicação das informações.

2. Critérios de seleção: nesta etapa são definidos os critérios para as escolhas de determinados ativos para análise do evento escolhido. A definição de um ativo específico ou de um setor pode levar em consideração características intrínsecas deste negócio que pode ser afetado de maneira especial pelo evento escolhido anteriormente.
3. Retornos normais e anormais: a terceira etapa refere-se ao cálculo dos retornos normais e anormais. Para fins de avaliação do impacto do evento no preço de determinado ativo, é necessário estimar o retorno normal naquele período, ou seja, o retorno esperado, caso o evento não ocorresse. O retorno anormal é a diferença do retorno realizado do ativo e do retorno esperado do ativo no período avaliado.
4. Procedimentos de estimação: a etapa de definição da extensão do período de estimação do retorno do ativo é um tanto subjetiva, devido à arbitrariedade envolvida ao escolher o período utilizado. Recomenda-se excluir a janela do evento do período de estimação para evitar possíveis influências no retorno do ativo causados pelo próprio evento. Para Campbell et. al (2003), é necessário utilizar dados suficientemente grandes para diluir possíveis discrepâncias nos preços do ativo sem que haja grandes alterações na distribuição de frequências do modelo.
5. Procedimentos de teste: nesta etapa, são montadas as estruturas para analisar os retornos do ativo escolhido. Neste momento que se define uma hipótese nula e afere os retornos anormais causados pelo acontecimento do evento. Para isso, é calcula-se os retornos que o ativo obteve (retornos realizados), os retornos anormais e os retornos acumulados anormais na janela do evento. A partir do valor absoluto do retorno anormal acumulado, surgem análises de comportamento do ativo, dada a hipótese nula do estudo. Além disso, nesta etapa também são realizados os testes de normalidade da amostra, que busca medir se há normalidade na distribuição dos retornos anormais, já que se trata de uma premissa para a realização do teste *t-student* nas próximas etapas.
6. Resultados empíricos: a partir dos resultados obtidos na etapa anterior, as análises são feitas baseadas em estudos econométricos. Para isso, os dados são estudados da maneira simples como eles são dispostos e há um cuidado com a presença de *outliers* no modelo que podem causar distorções no resultado, sobretudo quando a janela do evento é uma amostra pequena e, portanto, mais sensível a resultados fora do padrão.

7. Conclusão e interpretação: a última etapa do trabalho consiste em analisar todas as etapas anteriores, principalmente o que foi obtido nos resultados empíricos, e avaliar se a hipótese levantada inicialmente se sustenta com valores obtidos pelo modelo. Com este último teste, é montada a descrição final do comportamento do ativo no período do estudo e o impacto causado no preço deste ativo pelo acontecimento do evento.

2.3 Análise de Retornos

2.3.1 Retornos Anormais

A análise dos retornos de um ativo é um modelo que estuda como se comportou o preço de uma ação em determinado período e deve ser estudado tanto de forma independente do evento, quanto analisando o impacto causado pelo evento em si. Para Fama (1976), a diferença entre o retorno esperado (*ex ante*) e o retorno ocorrido (*ex post*) é calculado a partir do retorno do ativo que se deve somente aos fatores que impactam diretamente nele, excluindo-se da análise os retornos que impactaram o mercado como um todo.

Por isso, para calcular o retorno esperado de um ativo é necessário medir a correlação que ele possui com o retorno médio obtido pelo mercado. Para Santos (2017), o retorno do ativo pode ser mensurado pelo dividendo recebido mais o ganho de capital obtido no período de análise.

O cálculo do retorno anormal é um ponto chave para a metodologia dos estudos de eventos. A partir desta diferença entre os dois retornos que são formadas as conclusões e as principais interpretações que o modelo sugere. Dessa forma, a fórmula principal que sustenta a análise é dada por:

$$AR_{it} = R_{it} - E(R_{it} | X_t) \quad (1)$$

Onde AR_{it} é o retorno anormal do ativo i no período t , R_{it} é o retorno realizado no período e $E(R_{it} | X_t)$ é o retorno esperado do ativo no período, dada a estimação realizada nas etapas anteriores.

O acúmulo dos valores obtidos como anormais em um período de interesse, segundo Brito et. al (2005) tornam a análise mais abrangente para o período de estudo e permite observar o comportamento do ativo causado pelo evento. Para isso, é calculado o *Cumulative Abnormal Return (CAR)*, agrupando os retornos anormais entre o primeiro e último dia da janela do evento. Dessa forma, o CAR é dado por:

$$CAR_i(t_1, t_2) = \sum_{t_1}^{t_2} (AR)_{it} \quad (2)$$

Onde $CAR_i(t_1, t_2)$ é o retorno anormal acumulado do ativo i no período entre o primeiro (t_1) e último (t_2) dia da janela do evento.

Para Kothari e Warner (2004), é importante estimar os retornos esperados de um ativo para a janela do evento, ou seja, a expectativa de retorno caso o evento não acontecesse, antes que os retornos anormais sejam definidos. Para isso, existem duas principais formas de analisar o retorno de ações: o modelo de capitalização discreta e contínuo.

2.3.2 Modelos de Capitalização Contínua e Discreta

O modelo mais tradicional e simplificado da análise do retorno de um ativo é o modelo de capitalização discreta, no qual é mensurado a variação do preço do título em dois momentos t . Nesta teoria, parte-se do pressuposto que o preço de uma ação parte de um caminho de distribuição discreta e as informações são absorvidas no preço do ativo em momentos distintos.

Para Soares et. al (2002), o preço de uma ação pode ser definido pela seguinte equação:

$$P_t = P_{t-1}(1 + r) \quad (3)$$

Onde P_t é o preço do ativo no período t , P_{t-1} é o preço do ativo no período anterior e r é a taxa de retorno relativa à variação de preço. Para determinar o valor da taxa, a fórmula pode ser alterada para:

$$r = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (4)$$

O regime de capitalização contínua admite que as informações são incorporadas no preço de uma ação de forma contínua e ininterrupta. Para Santos et. al (2017), ao contrário da capitalização discreta, a capitalização contínua resulta em uma distribuição simétrica dos valores. Ele ainda ressalta, porém, que apesar da distribuição ser simétrica, isso não garante a normalidade da distribuição. De qualquer forma, a capitalização contínua é mais adequada para este tipo de estudo, já que os testes permeiam em uma distribuição normal.

De acordo com Soares *et al.* (2002), o preço de uma ação em uma capitalização contínua pode ser definido por:

$$P_t = P_{t-1}e^r \quad (5)$$

Onde P_t e P_{t-1} são os preços do ativo no momento t e $t-1$, respectivamente. Enquanto r é a taxa de retorno. Ao fazer a extração logarítmica dos dois lados da equação, podemos encontrar o retorno obtido no período pela capitalização contínua:

$$r = (\ln P_t - \ln P_{t-1}) \quad (6)$$

2.3.3 Modelo Econômico-Financeiro (CAPM)

Um modelo amplamente utilizado no mercado financeiro para calcular o desconto a se aplicar em ativos financeiros é o *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*. Partindo dos estudos realizados anteriormente por Markowitz (1952), Sharpe, Litner (1965), e Mossin (1966)

desenvolveram o estudo de mercados eficientes e introduziram o beta (β) como forma de estimar um coeficiente de correlação linear entre o ativo e o mercado a que se compara.

A partir destes estudos, surgiram os conceitos de risco diversificável e de risco sistemático não-diversificável. O risco sistemático é aquele que compõe todo o mercado, portanto, todos os fatores que podem influenciar no retorno do mercado estão contemplados nele, como crises políticas, crises econômicas, inflação, entre outros. O risco diversificável é o risco que pode ser mitigado montando uma carteira com diferentes tipos de ativo. Dessa forma, o risco sistemático é o risco base que os investidores tomam ao investir no mercado de capitais, sendo impossível eliminá-lo por completo.

Dessa forma, o modelo de precificação econômico-financeiro desenvolvido inclui todos estes fatores em seu modelo, sendo definido da seguinte forma:

$$CAPM = R_f + \beta (R_m - R_f) \quad (7)$$

Onde o R_f é o retorno livre de risco disponível no mercado, que normalmente são títulos públicos emitidos pelos governos federais, o β é o coeficiente linear (ou a volatilidade) entre a carteira estudada e o *benchmark* utilizado para comparação e $R_m - R_f$ é a diferença entre o retorno esperado entre investir em ações na bolsa de valores e o retorno livre de risco, conhecido como prêmio de mercado. Por fim, o CAPM é a taxa de desconto calculada para o modelo, ou seja, é o retorno esperado da carteira por meio desta forma de precificação.

O modelo do CAPM, por ser um dos mais populares no meio acadêmico financeiro, também é uma possibilidade para calcular os retornos anormais de uma carteira frente a um evento relevante. Uma vez calculada a taxa de desconto por meio da fórmula acima, temos o retorno esperado para a carteira e ao calcular a diferença entre o retorno esperado com o retorno realizado, temos o retorno anormal, conforme dado na seguinte equação:

$$AR_{it} = R_{it} - \beta (R_m - R_f) \quad (8)$$

2.3.4 Modelos Estatísticos

De acordo com Santos (2017), os modelos estatísticos também são opções de análise de retornos, as quais não são levadas em considerações aspectos econômico-financeiros em seu modelo, considerando apenas, portanto, os quesitos estatísticos das variações observadas pelos ativos. Para Brown e Warner, em dois estudos em 1980 e 1985, os modelos estatísticos podem ser divididos em três: retorno ajustado à média, retorno ajustado ao mercado e retorno ajustado ao risco e ao mercado.

Para o retorno ajustado à média, os retornos anormais podem ser calculados por meio da diferença entre os retornos realizados e a média dos retornos esperados no mesmo período. De acordo com este modelo, para cada ação no mercado existe uma constante K que representa o retorno esperado deste determinado ativo. Dessa forma, o modelo é expresso da seguinte forma:

$$e_{it} = R_{it} - K_{it} \quad (9)$$

Onde e_{it} é o retorno anormal da ação no período i , R_{it} é o retorno realizado pela ação e K_{it} é o retorno esperado para o ativo.

O método do retorno ajustado ao mercado possui semelhanças com o modelo econômico-financeiro CAPM. Ele parte do pressuposto que todas as ações possuem β igual a um, acompanhando, portanto, as movimentações do mercado e mantendo o retorno esperado de cada ação igual ao do mercado geral em dado período. Para o cálculo do retorno acumulado por meio deste modelo, é necessário estimar a diferença entre o retorno do ativo e o retorno de um portfólio de mercado em dado período, conforme descrito:

$$e_{it} = R_{it} - R_{mt} \quad (10)$$

Onde e_{it} é o retorno anormal da ação i no período t , R_{it} é o retorno realizado pela ação e R_{mt} é o retorno do portfólio que representa a totalidade do mercado.

Por fim, o retorno ajustado ao risco e ao mercado busca observar os retornos das ações por meio da divergência dos retornos realizados pelo título em comparação com o retorno obtido pelo portfólio de mercado de variância mínima utilizando um modelo de fatores simples (SANTOS, 2017), dado a seguir.

$$e_{it} = R_{it} - [R_{zt}(1 - \beta_i) + \beta_i R_{mt}] \quad (11)$$

Onde e_{it} é o retorno anormal da ação i no período t , R_{it} é o retorno realizado pela ação, R_{zt} é o retorno do portfólio de variância mínima no período t e β_i é o beta deste portfólio, calculado por meio da regressão linear dos retornos da ação em relação aos retornos do mercado.

Sendo que o retorno estimado da ação para o período (R_{it}) é dado por:

$$R_{it} = \alpha + \beta R_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

Onde α e β são parâmetros do modelo que são estimados a partir do procedimento de Mínimos dos Quadrados Ordinários (MQO), logo, são estimados por meio de regressão linear entre o título e o mercado, e R_{mt} é o retorno do mercado no período e ε_{it} é o erro aleatório. Para esta modelagem, os parâmetros α_i e β_i podem ser representados como:

$$\alpha_i = \mu_i + \beta_i \mu_m \quad (13)$$

$$\beta_i = \frac{cov(R_i, R_m)}{var(R_m)} \quad (14)$$

2.4 Teste de Normalidade do Modelo

Antes de realizar os estudos sobre os retornos anormais obtidos na janela do evento, é necessário medir a normalidade da distribuição estudada. Uma maneira de realizar esse tipo de teste é pela metodologia desenvolvida por Shapiro e Wilk (1965). O método parte de uma hipótese nula (H_0) de normalidade da distribuição. Se o valor de W (p-valor da amostra) obtido

for maior que o alfa escolhido, a hipótese não pode ser rejeitada. Analogamente, se o W apresentar um valor menor que o nível de alfa escolhido, a hipótese nula é descartada e a distribuição não é normal.

O cálculo dos valores de W são obtidos por meio das seguintes equações:

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (15)$$

Onde x_i são os valores dos retornos anormais ordenados em ordem crescente e b é uma constante determinada como:

Se n é ímpar:

$$b = \sum_{i=1}^{n/2} a_{n-i+1} \times (x_{(n-i+1)} - x_i) \quad (16)$$

Se n é par:

$$b = \sum_{i=1}^{\frac{n+1}{2}} a_{n-i+1} \times (x_{(n-i+1)} - x_i) \quad (17)$$

O teste de normalidade conduzido pela metodologia de Shapiro-Wilk assume a escolha de um nível de alfa para o teste de *t-student*. O nível escolhido determina a tolerância de normalidade do modelo e os valores se encontram em tabela no apêndice.

2.5 Seleção de Carteiras

O mais tradicional método de seleção de carteiras utilizado atualmente, conhecido por Teoria de Seleção de Portfólios de Markowitz foi introduzida inicialmente pelo economista que deu nome ao método (MARKOWITZ, 1952). Em sua teoria, é estipulado que qualquer investidor pode montar uma carteira de ativos com relação risco-retorno ótima utilizando o retorno esperado e o risco da cesta de ativos selecionada.

O risco do portfólio, segundo ele, não depende somente do risco individual de cada ativo. Ele depende também da correlação que existe entre eles e, dessa maneira, o portfólio se torna eficiente, ou seja, obtém-se a melhor relação risco-retorno, que se encontra no que é chamado de fronteira eficiente.

A função-objetivo da teoria é determinada da seguinte maneira:

$$\text{Min } f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \quad (18)$$

Onde $f(x)$ é a função de variância da carteira, ou seja, o risco que deve ser minimizado, x_i e x_j são as participações dos ativos i e j , e σ_{ij} representa a covariância dos dois ativos na carteira. A equação ainda está sujeita a:

$$E' = \sum_{i=1}^j x_i E_{(ri)} \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^j x_i = 1 \quad (20)$$

Onde E' é o retorno esperado para a carteira e $E_{(ri)}$ é o retorno esperado do ativo i . As restrições, portanto, apontam que o retorno esperado da carteira é resultado de uma média ponderada do retorno de cada ativo que compõe a cesta de ativos.

Dessa forma, um investidor racional busca maximizar seus retornos assumindo o menor risco possível, dado que ele é avesso ao risco.

3. METODOLOGIA

Para Silveira e Córdova (2009), existem diversos tipos diferentes de caracterizar uma pesquisa. Entre essas várias maneiras, ressaltam-se duas formas de definir o estudo: por sua abordagem e natureza. Neste contexto, as possíveis abordagens que uma pesquisa pode ter é qualitativa ou quantitativa, de acordo com a representatividade e disponibilidade numérica que existe no trabalho. Já do ponto de vista da natureza da pesquisa, Silveira e Córdova (2009) dividiram os estudos em pesquisas básicas, onde o objetivo é gerar novos conhecimentos para o avanço da ciência; e a pesquisa aplicada, onde o objetivo é solucionar problemas específicos e gerar, dessa forma, conhecimento prático.

Dessa forma, o estudo realizado se encaixa em uma pesquisa quantitativa, já que a principal fonte de informações foi o retorno observado das ações e do índice de mercado, logo, foi de base numérica. Além disso, no ponto de vista de sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, onde foi aplicada a metodologia do estudo de eventos para gerar novo conhecimento científico e estudo de caso acerca de um tema.

O método utilizado foi o de estudo de eventos que, para Corrado (2011) se tornou uma ferramenta muito popular no âmbito acadêmico e tende a aparecer em pesquisas focadas em mercado de capitais por tempo indeterminado. Além disso, a metodologia, segundo Fama (1991), se tornou uma ótima ferramenta também no ponto de vista de mensuração de eficiência de mercado, dando evidências diretas na presença da hipótese.

O estudo seguiu as etapas descritas por Campbell, Lo e Mackinlay (1997), citadas no item 2.2.3. Na próxima seção, - “Desenvolvimento” – cada etapa será descrita de forma detalhada e justificada, bem como as principais observações de cada fase.

O foco do estudo foi o impacto da crise do novo coronavírus nas empresas de construção civil listadas na bolsa de valores brasileira, a B3. A escolha desse tipo de empresa se deu pelo fato de apresentarem, naturalmente, alta volatilidade (Damodaran, 2021), altos índices de alavancagem e por serem empresas tipicamente cíclicas, ou seja, empresas cujos resultados acompanham, direta ou indiretamente, as altas e baixas dos ciclos econômicos (MARKS, 2020). Porém, este setor apresenta fatores que elevam seu maior risco, como os longos prazos que são típicos do ramo, contribuindo também para a volatilidade do ramo. O processo de seleção dos ativos e montagem da carteira deste setor se deu por dois critérios: primeiramente, a liquidez do papel na bolsa de valores nos últimos meses e, segundo, foi realizado o método de seleção de carteiras de média-variância proposto por Markowitz (1952), seguindo a Teoria Moderna de Portfolios.

Para tornar o estudo mais completo e comparar possíveis impactos duradouros da crise, o estudo contou com dois eventos, portanto, duas “datas zero” para a janela do evento. A primeira delas foi a mais evidente e mais volátil, no dia 11 de março de 2020. Neste dia, a ONU decretou que o SARS-CoV-2, ou o novo coronavírus, originado no ano de 2019 na China havia se tornado uma pandemia, dessa forma, tomando dimensões globais. O segundo evento escolhido foi a deflagração de uma possível segunda onda do coronavírus no Brasil. Para este segundo caso, não há um gatilho claro que permita a escolha da data zero. Dessa forma, o dia escolhido foi 4 de março de 2021, quando o Brasil renovou seu mais alto índice de média móvel de mortes pela doença para os últimos sete dias, com 1361 óbitos diários causados pela COVID-19, um crescimento de 18% em relação à semana anterior. Apesar do conceito de uma onda epistemológica não ser definido, a alta do período é utilizada como premissa para uma possível reação considerável da pandemia no país. O período também marcou um momento de volatilidade no IBOVESPA, que fechou o dia com 112.690 pontos, 5,5% mais baixo do que o

fechamento de duas semanas anteriores, o que pode ser sinal de cautela dos investidores com o momento sanitário que o país passava.

O método de aferição dos retornos anormais utilizado foi o de capitalização contínua, já que se mostra a mais adequada para o tipo de estudo por conta do fluxo de novas informações que chegam de forma ininterrupta no mercado. Os retornos anormais foram obtidos por meio da subtração do retorno realizado pelo retorno esperado (Equação 1). O retorno esperado, por sua vez, foi determinado por meio do Método de Retorno Ajustado ao Risco e ao Mercado, onde leva-se em consideração a linearidade dos retornos observados pela carteira escolhida e o retorno obtido pelo mercado, conforme apresentado na Equação 12.

Por fim, foram testadas as hipóteses nulas do trabalho. A principal hipótese testada no trabalho, conforme citado na seção 1.2, é a de presença de eficiência de mercado em sua forma semiforte nos períodos das janelas dos eventos. Para realizar esta análise, foi utilizado o teste de *t-student* a um nível de confiança de 95%. Dessa forma, as hipóteses testadas foram:

- H0 (hipótese nula): Não existem retornos anormais, estatisticamente significativos, na janela do evento. Neste caso, o resultado esperado sugere que o mercado se mostrou eficiente na forma semiforte para as empresas estudadas;
- H1 (hipótese alternativa): Existem retornos anormais, estatisticamente significativos, na janela do evento. Neste caso, o resultado sugere que a eficiência do mercado não foi atingida na forma semiforte para as empresas estudadas. (SANTOS *et al.*, 2017)

Entretanto, antes de realizar o teste para a hipótese nula do da existência de retornos anormais acumulados na janela do evento, foi necessário realizar o teste de normalidade da amostra. O teste utilizado foi o de Shapiro-Wilk, conforme descrito na seção 2.4.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Definição do evento

A crise do novo coronavírus trouxe uma volatilidade sistêmica nas bolsas de valores do Brasil e do mundo, o que traz riscos muito maiores do que os habituais para estes tipos de investimentos (Lira, 2020). Também de acordo com o autor, o impacto desta crise no país foi mais acentuado do que a última grande crise que o mercado financeiro passou, a crise dos “*subprimes*”, em 2008.

Nesse sentido, o cenário conturbado da economia global foi um período interessante para se realizar uma análise de como os retornos de determinados papéis aconteceram. A pandemia teve início em novembro de 2019, na cidade de Wuhan, na China e se alastrou rapidamente por todo o mundo, se tornando rapidamente um epicentro em países europeus, como Itália e Espanha.

Finalmente, no dia 13 de março de 2020, a ONU decretou oficialmente a então epidemia causada pelo novo coronavírus uma pandemia de proporções mundiais. Dessa forma, este foi dia do evento a ser estudado neste trabalho.

Em meio às incertezas, porém, a pandemia se manteve longínqua em diversos países, inclusive no Brasil. Com o avanço nos estudos científicos sobre a doença, a corrida pelas vacinas e as economias paradas, o país teve dificuldade em manter a doença sob controle e os números foram aumentando. Em dado momento, no ano de 2020, o Brasil foi considerado como novo epicentro da COVID-19 na América Latina por Mellan et. al (2020), da Imperial College London, do Reino Unido. Em meio a este cenário, o fenômeno das segundas e terceiras ondas, estudados em vários países, foi visto com muita cautela pela população brasileira. Isso acontece quando ocorrem períodos de estabilidade no avanço da doença, que gera uma maior tranquilidade na população. Porém, é seguido de um avanço ainda maior que o anterior, causando um impacto nos sistemas de saúde e na própria economia do país.

Quase um ano após o início da pandemia, a situação encontrada no país foi semelhante à descrita anteriormente. O gráfico mostra como houve um momento de estabilidade nas mortes por Covid-19 no segundo semestre de 2020, seguido de alta a partir do início do ano de 2021 (figura 4).

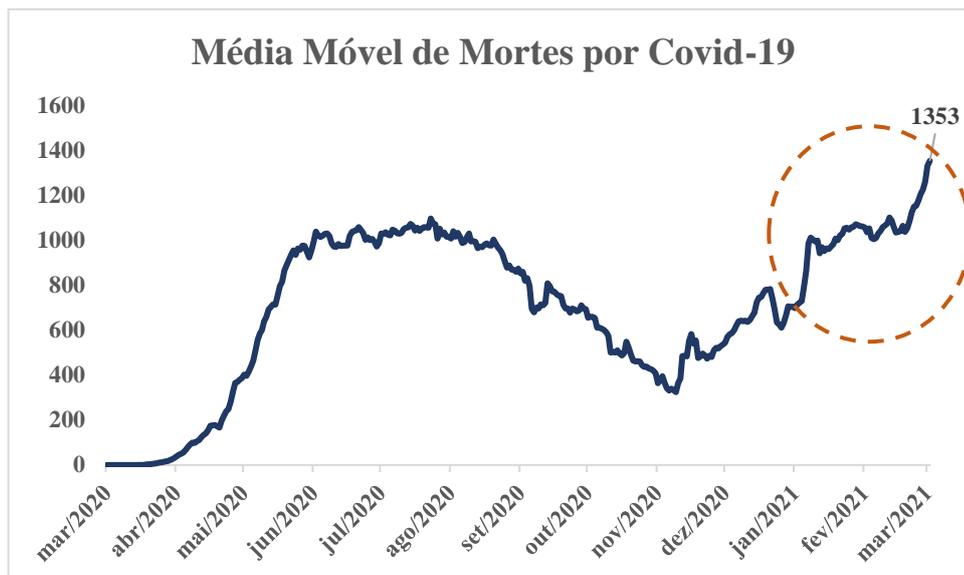


Figura 4: Gráfico de média móvel de mortes por COVID-19 no Brasil

Fonte: O Autor (2021). Dados do observatório da Fiocruz.

Dessa forma, o dia escolhido para representar a segunda onda da pandemia do COVID-19 no país foi o dia 4 de março de 2021, quando o Brasil alcançou a marca de 1353 mortos (FIOCRUZ, 2020), número 23% maior que o pico observado em 2020, de 1097 mortos por dia.

A definição do segundo evento não foi caracterizada como um evento facilmente perceptível. Dessa maneira, de acordo com Santos (2017), trata-se de um evento que não apresenta certeza sobre o impacto nas ações das empresas do estudo, além de não ser detectável o dia exato de sua ocorrência. Foi mais facilmente percebido somente o intervalo de dias em que a segunda onda foi detectada. Assim, a busca da análise acontece também com o comportamento das ações no período.

Portanto, a busca da análise acontece também com o comportamento das ações em ambos os períodos dos eventos 1 e 2, conforme Figura 5:



Figura 5 - Janelas dos Eventos

Fonte: O Autor (2021).

4.2 Critérios de Seleção

O objeto de estudo selecionado foi o de empresas de construção civil listadas na bolsa de valores brasileira, a B3. Um dos principais motivos da escolha deste setor foi o comportamento usual que esse tipo de empresa possui. Segundo Marks (2020), as empresas deste setor são fortemente influenciadas pelos ciclos econômicos. Em seu livro “*Dominando Ciclos de Mercado*” ele explica como existe a relação de alta nesse tipo de empresa com diversos outros ciclos, como o ciclo de crédito e o ciclo de inadimplência das instituições financeiras. Ainda segundo o autor, as empresas deste setor, apesar de aproveitarem dos ciclos da economia, enfrentam outros tipos de desafios que são relacionados à eles. Por se tratar de projetos que duram bastante tempo desde sua aprovação até o lançamento, encontrar o *timing* correto do ciclo se torna ainda mais desafiador para os gestores.. Por exemplo, ao aprovar um novo investimento de construção de um edifício, o que requer muito investimento e, normalmente, captação de dívidas, uma empresa se expõe financeiramente para realizar este projeto, porque ele só terá retorno quando o imóvel for lançado, o que pode levar anos. Dessa forma, o alinhamento com os outros ciclos da economia mencionados precisa acontecer no momento da venda, ou seja, vários meses após a tomada de decisão no novo projeto. Este tipo de incerteza eleva o risco de investir nessas empresas que, normalmente, se mantêm alavancadas enquanto estão em fase de produção.

Uma vez escolhido o setor de empresas que seria o foco do trabalho, foi utilizado o “*Google Finance*” como fonte de dados de fechamentos dos preços dessas ações, bem como o índice escolhido para a análise, o IBOVESPA.

Devido à grande quantidade de empresas do setor listada na bolsa, foi adotado um critério de seleção baseado na liquidez dos papéis de cada ativo. Para iniciar a análise, somente as dez empresas com maior liquidez foram utilizadas para a montagem da carteira. O Quadro 3 mostra as dez empresas listadas nas bolsas de valores brasileira com maior liquidez média nos últimos dois meses e com a capitalização de mercado (dados levantados no dia 12/10/2021).

Quadro 3 – Empresas consideradas para o estudo

Ticker	Empresa	Capitalização de Mercado (R\$ Bilhões)	Liquidez (R\$ Milhões)
CYRE3	Cyrela	7,16	155,5
MRVE3	MRV Engenharia	5,92	82,9
VIVR3	Viver	0,34	56,2

EZTC3	EZTec	5,43	54,6
TEND3	Tenda Engenharia	1,82	26,9
JHSF3	JHSF Engenharia	4,03	26,4
DIRR3	Direcional Engenharia	1,85	21,2
GFS3	Gafisa	0,89	18,3
EVEN3	Even	1,67	16,5
TRIS3	Trisul	1,39	14,1

Fonte: O Autor (2021).

Para montar a carteira ideal para realizar as análises dos retornos, a metodologia utilizada foi a Teoria de Seleção de Portfólios (MARKOWITZ, 1952), conforme apresentado na seção 2.5, equações 18 e 19. A primeira etapa do processo de seleção de carteira consistiu em medir os retornos históricos apresentados por cada uma das empresas. No Quadro 4 apresentam-se os retornos médios com a análise do fechamento do preço de cada ação do dia 04/05/2017 até 12/04/2021:

Quadro 4 – Retorno Esperado e Risco das Empresas do Estudo

Ticker	Retorno Esperado	Risco
CYRE3	0,0957%	3,32%
EVEN3	0,0757%	3,61%
EZTC3	0,0959%	3,18%
GFS3	-0,1466%	3,94%
JHSF3	0,1343%	3,47%
MRVE3	0,0595%	3,03%
TEND3	0,0977%	2,72%
VIVR3	-0,0667%	6,86%
TRIS3	0,2003%	3,35%
DIRR3	0,1020%	2,90%

Fonte: O Autor (2021).

De acordo com a teoria criada por Markowitz (1952), o retorno do portfólio seria calculado a partir da expectativa do retorno de cada ativo multiplicado pelo peso de cada um deles na carteira. Dessa forma, foi utilizado o modelo de otimização de carteiras por média-variância para encontrar a carteira de risco mínimo. Para isso, foram calculadas as variâncias e covariâncias de cada empresa, disposta em matriz no Apêndice 2.

Como o objetivo é diminuir o risco da carteira, foi realizada a otimização dos pesos que haviam sido arbitrados na matriz. Para resolver este problema, foi utilizada a ferramenta

“Solver” da plataforma do *Microsoft Excel*. A função objetivo, portanto, era minimizar a função do risco da carteira, sob as seguintes restrições:

1. O peso dos ativos não pode ser negativo; e
2. A soma dos pesos tem que totalizar 100%.

Dessa forma, portanto, foi alcançada a carteira de risco mínimo, segundo a teoria desenvolvida por Markowitz (1952). O resultado foi uma distribuição com oito das dez empresas listadas, sendo que apenas a Cyrela (CYRE3) e Even (EVEN3) ficaram sem representação na carteira.

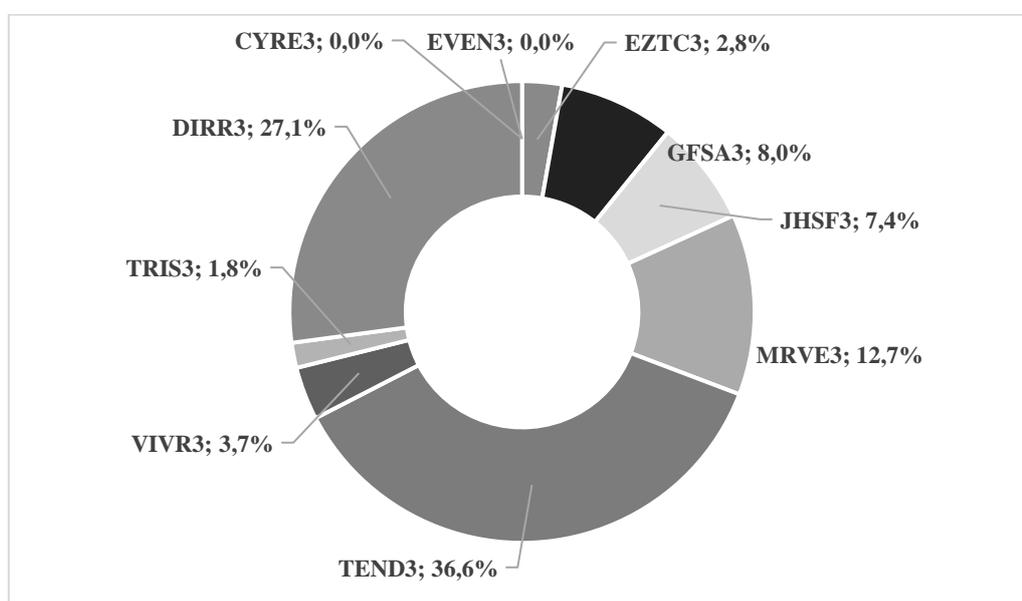


Figura 6 – Gráfico da Alocação Carteira de Risco Mínimo de Markowitz

Fonte: O Autor (2021).

A carteira teve como principal ativo a Tenda Engenharia (TEND3) e contava com expectativa de retorno de 0,068% ao dia (18,7% ao ano) e o desvio padrão encontrado foi de 2,41%.

4.3 Retornos Normais e Anormais

Para a medição dos retornos normais e anormais do modelo, a metodologia utilizada foi o regime de capitalização contínua, apresentado na seção 2.3.2, dado que o fluxo de informações que são incorporadas nos preços das ações é ininterrupto, tornando o método logarítmico o mais adequado. Dessa forma, aplica-se a Equação 6, para calcular o logaritmo

natural do preço de fechamento do mercado no período t e subtraindo pelo logaritmo natural obtido para o período anterior $t-1$.

Uma vez calculado o retorno do mercado e dos ativos individuais, foi utilizada a equação 19 para a definição do retorno obtido pela carteira apresentada na seção anterior. Após a obtenção do retorno normal de cada ativo $E_{(r_i)}$, este valor foi multiplicado pelo x_i , que é a participação de cada ativo no portfólio, conforme apresentado na Figura 6. O resultado deste produto é o retorno realizado pela carteira E' .

4.4 Procedimentos de Estimação

Para os processos de estimação, foram determinadas duas janelas de retornos prévias aos eventos. Nesta etapa do projeto, existe certa arbitrariedade na definição dos prazos de cada janela. Dessa forma, o número de dias escolhidos para a primeira janela foi de 200 dias, uma vez que para se obter uma maior homogeneidade das variações, é recomendado escolher uma amostra suficientemente grande (SANTOS, 2017). Para o segundo evento, o valor de 190 dias foi o intervalo entre as duas janelas de eventos, considerando a data do ocorrido e os 24 dias anteriores e após a ocorrência.



Figura 7 - Janelas de Estimação

Fonte: O Autor (2021).

Para determinação dos parâmetros utilizados para posterior definição dos retornos esperados para a carteira, foram realizados testes estatísticos nestes intervalos prévios às janelas dos eventos. Foi utilizado o regime de capitalização contínua nas séries históricas de fechamento dos preços do índice IBOVESPA e de cada um dos ativos e, utilizando a equação

19, foi estimado o retorno histórico obtido pela carteira de risco mínimo. Dessa forma, ao utilizar a equação 4, obtivemos os retornos diários da série das duas classes que foram utilizadas para comparação e análise estatística, conforme apresentado no Apêndice 3.

Com base nos retornos obtidos, foram calculadas os seguintes valores, apresentados no Quadro 5:

- Covariância dos retornos do portfólio com o IBOV;
- Variância dos retornos do IBOV e;
- Médias amostrais dos retornos.

Quadro 5 - Parâmetros Estatísticos da Primeira Janela de Estimação

$Cov(R_{\text{portfólio}}; R_{\text{IBOV}})$	$Var(R_{\text{IBOV}})$	$\mu_{\text{portfólio}}$	μ_{IBOVESPA}
0,000102628	0,0001129	0,003198	0,001014

Fonte: O Autor (2021).

Nota-se, inicialmente, um destaque para o alto retorno dos ativos da carteira. O valor médio de 0,319% ao dia representa alta de 101,7% durante todo o período de 200 dias da janela de estimação. A alta no setor imobiliário foi sustentada pela baixa na taxa de juros e aquecimento da economia no ano de 2019. Os retornos das empresas individualmente neste período (de 15/04/2019 até 31/01/2020) são apresentados no Quadro 6, sendo que o retorno total do período foi calculado por meio do regime de capitalização discreta, comparando o valor no início do período e o final, utilizando a equação 4:

Quadro 6 - Primeira Janela de Estimação

Ticker	Preço Inicial	Preço Final	Retorno Médio Diário	Retorno no Período
CYRE3	15,79	31,80	0,35%	101,39%
EVEN3	5,75	16,73	0,53%	190,96%
EZTC3	21,13	55,60	0,50%	163,13%
GFGA3	6,21	7,51	0,07%	20,93%
JHSF3	2,39	7,87	0,58%	229,29%
MRVE3	13,66	20,87	0,22%	52,78%
TEND3	16,95	35,78	0,38%	111,09%
VIVR3	5,12	5,32	-0,06%	3,91%
TRIS3	4,59	16,30	0,63%	255,12%
DIRR3	8,23	16,32	0,34%	98,30%
Portfólio	-	-	0,319%	101,7%

Fonte: O Autor (2021).

Em posse dos dados obtidos do Quadro 5, foi possível estimar o retorno normal da carteira durante a janela do evento, utilizando o método do retorno ajustado ao risco e ao mercado, como mostrado na equação 12.

Quadro 7 – Coeficientes da Carteira na Janela Primeira de Estimação

	Coeficientes	p-value
α	0,002276126	0,03096999
β	0,909017893	3,3839E-17

Fonte: O Autor (2021).

Dessa forma, foi possível estimar os retornos esperados da carteira sem a influência do evento. Foram substituídos os valores de α e β na equação estimada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Assim, a fórmula resultante foi a seguinte:

$$R_{it} = 0,0022761 + 0,90901 * R_{mt} + e_{it} \quad (21)$$

O método utilizado de capitalização contínua permitiu que fosse utilizado no trabalho uma estimação do erro padrão igual à zero. Dessa forma, o último termo da Equação 21 não foi utilizado nos cálculos.

Analogamente aos cálculos anteriores, foram encontrados os mesmos valores para a segunda janela de estimação, do período entre o dia 17/04/2020 e 22/01/2021.

Quadro 8 – Parâmetros Estatísticos da Segunda Janela de Estimação

Cov(Rportfólio;RIBOV)	Var(RIBOV)	μ portfólio	μ IBOVESPA
0,000326608	0,000256406	0,001697	0,002164

Fonte: O Autor (2021).

Nota-se uma diferença considerável no retorno médio do portfólio e uma forte recuperação do IBOVESPA no período, assim como foi apresentado pelas empresas presentes na carteira. Os valores acumulados são apresentados no Quadro 9:

Quadro 9 – Segunda Janela de Estimação

Ticker	Preço Inicial	Preço Final	Retorno Médio	Retorno no Período
CYRE3	14,35	26,00	0,32%	81,18%
EVEN3	6,55	10,87	0,29%	65,95%
EZTC3	29,72	36,14	0,11%	21,60%
GFS3	3,56	4,44	0,12%	24,72%
JHSF3	3,68	7,06	0,34%	91,85%
MRVE3	13,36	19,03	0,19%	42,44%
TEND3	21,60	28,28	0,13%	30,93%
VIVR3	2,87	2,48	-0,05%	-13,59%

TRIS3	7,29	10,41	0,20%	42,80%
DIRR3	8,50	13,52	0,24%	59,06%
Portfólio	-	-	0,16%	42,31%

Fonte: O Autor (2021).

Utilizando os dados apresentados no Quadro 8 e métodos de regressão linear, foram estimados os coeficientes do retorno apresentado pelo mercado e pela carteira do estudo, como mostra o quadro seguinte:

Quadro 10 – Coeficientes da Carteira na Janela Segunda de Estimação

	Coeficientes	p-valor
A	-0,001059632	0,43259921
B	1,273790903	8,8161E-35

Fonte: O Autor (2021).

Da mesma maneira que na janela anterior, os valores de α e β foram substituídos na equação, resultando na seguinte fórmula para o retorno normal da carteira, sem influência do evento:

$$R_{it} = -0,0010596 + 1,27379 * R_{mt} + e_{it} \quad (22)$$

4.5 Teste de Normalidade

Uma premissa do teste *t-student* realizado adiante no trabalho é de que a amostra do estudo tenha distribuição normal. Para realizar este teste, foi utilizado o método desenvolvido por Shapiro-Wilk, de acordo com as Equações 21 e 22. Os retornos anormais foram ordenados do menor para o maior e utilizando a Equação 15, foi calculado o W da carteira para os dois intervalos.

A um nível de significância de 0,01, o valor de W da carteira seria comparado ao $W_{0,01}$ tabelado de 0,929. A hipótese de normalidade na distribuição é não pode ser rejeitada caso o valor de W da carteira seja maior. Caso contrário, a hipótese pode ser rejeitada e a distribuição não é normal.

Quadro 11 – Distribuições Normais

Portfólio	$W_{portfólios}$	$W_{0,01}$	Resultado
1	0,934	0,929	Distribuição Normal
2	0,937	0,929	Distribuição Normal

Fonte: O Autor (2021).

Dado os resultados obtidos nos testes de Shapiro-Wilk, apresentados no Quadro 11, os valores de W para ambas as carteiras ficaram acima do mínimo exigido para normalidade dos retornos acumulados. Dessa forma, a hipótese nula não é rejeitada, indicando que os retornos acumulados provém de uma distribuição normal. Neste contexto, a amostra apresenta o requisito de normalidade para a realização do modelo de *t-student*.

5. RESULTADOS

5.1 Análise dos Betas

O coeficiente beta é conhecido como um valor que indica o nível de risco de determinado ativo frente ao mercado. Ele é uma sensibilização do ativo escolhido frente ao *benchmark* em que é feita a comparação, indicando, dessa forma, a influência que o mercado, como um todo, tem sobre os retornos de um ativo específico. Neste contexto, o beta é um coeficiente que mede o risco sistemático de um ativo, ou seja, o risco que afeta a economia como um todo e não é possível mitigá-lo por meio da diversificação.

Para efeito de comparação, um beta igual à 1 representa uma ativo cuja variação de seu preço ocorre de maneira proporcional ao do mercado como um todo. Um beta acima de 1 é considerado um ativo agressivo, cujas variações tendem a ser mais bruscas que a do mercado geral, porém com variações na mesma direção que o *benchmark*. O beta menor que 1 representa ações mais defensivas, cujas variações tendem a ser mais brandas do que as do mercado. Essas ações são menos voláteis que o mercado e costumam se movimentar com menos agressividade, mas também na mesma direção. O beta 0 representa ações que se mostram neutras frente ao mercado, não sendo influenciada por suas movimentações. Por fim, existem as ações com beta negativo. Este tipo de ativo possui uma correlação negativa com o mercado, indicando uma tendência de alta quando o mercado está em baixa, e vice versa.

Conforme apresentado na seção 3, Damodaran (2021) apresenta em sua plataforma os betas de cada setor. Os coeficientes encontrados para empresas que possuem semelhança ao escopo do trabalho, tendem a possuir betas mais elevados, acima de 1. Dessa forma, foi esperada uma maior volatilidade nos retornos das ações.

O beta calculado para o portfólio do trabalho, por meio do método do MQO, se mostrou estatisticamente significativo, dado seu baixo *p-valor*, calculado a um nível de significância de 0,05, e mostrou um beta próximo a 1, nível considerado agressivo. Já na segunda janela de estimação, os resultados foram semelhantes, o *p-valor*, calculado sob os mesmos parâmetros de nível de significância foi baixo e o beta se mostrou mais agressivo, ultrapassando a marca de 1.

Quadro 12 – Betas e *p-valor* do portfólio

β_i	<i>p-valor</i>
0,909017893	3,3839E-17
1,273790903	8,8161E-35

Fonte: O Autor (2021).

Ao se compor uma carteira de risco mínimo, é esperada uma diminuição do risco sistêmico, mesmo que o setor escolhido apresente uma maior volatilidade, como foi o caso do estudo. Dessa forma, ao analisar os dois betas acima, é importante levar em consideração o beta individual dos ativos que a compõem, a fim de confirmar a expectativa de diminuição, conforme apresentado no quadro 13. O beta de cada ativo foi estipulado de acordo com a Equação 14 para os retornos de cada ativo no mesmo período das janelas de estimação.

Quadro 13 – Beta dos ativos

Empresa	Beta - Período 1	Beta - Período 2
CYRE3	1,257	1,741
EVEN3	0,989	1,479
EZTC3	0,895	1,497
GFSA3	1,191	1,297
JHSF3	1,216	1,431
MRVE3	1,127	1,253
TEND3	0,812	1,196
VIVR3	1,330	1,180
TRIS3	0,728	1,320
DIRR3	0,774	1,411
Médio	1,032	1,381
CARTEIRA	0,909	1,273

Fonte: O Autor (2021).

Dessa forma, ao realizar a comparação dos betas individuais das ações nos dois períodos escolhidos para as janelas de estimação, a expectativa de diminuição do beta é comprovada. Embora ainda sejam coeficientes altos, em ambos os casos, o beta do portfólio é menor que a média dos coeficientes dos ativos individuais, no entanto sem minimização do risco.

Outro ponto interessante é a volatilidade dos dois principais ativos da carteira, TEND3 e DIRR3. No primeiro período, as duas ações são as que apresentaram o segundo e terceiro menor beta, dentre todas as empresas do estudo. No segundo intervalo, a DIRR3 foi o quinto maior beta, enquanto TEND3 obteve o segundo menor beta da amostra. Os casos destes dois papéis, que apresentam as maiores participações na carteira, também contribuem para a diminuição do beta do portfólio.

Outra análise realizada foi a comparação dos betas de cada evento. Foi feito um teste de hipótese para estimar se os betas de cada janela de estimação possuem igualdade estatística. Para realizar os testes, foi obtido o erro padrão dos betas ponderado pelo tamanho das amostras. A diferença dos betas foi dividida pela raiz quadrada do erro padrão resultante das janelas e o valor obtido para Z foi 3,972. Utilizando a tabela Z a um alfa de 5%, o valor crítico para esta amostra é de 1,96. Como o valor obtido para o Z calculado do trabalho foi maior que o Z tabelado, é possível afirmar que há um crescimento estatisticamente significativo de um beta para o outro. Este resultado permite afirmar que foi visto um crescimento robusto na segunda janela de estimação frente a primeira, que pode ser explicado pelas fortes quedas do portfólio durante a primeira janela de evento.

5.2 Análise dos Retornos

Os dados obtidos ao longo das janelas dos eventos tiveram a análise montada para estimar os retornos anormais acumulados. Para olhar com mais detalhe todos os resultados obtidos no modelo – retorno realizado, retorno normal, retorno anormal e retorno normal acumulado -, a tabela no Apêndice 4 apresenta estes valores para cada dia das janelas.

A Figura 8 mostra uma comparação do retorno normal para a carteira, ou seja, o retorno esperado para o portfólio, sem a presença do evento, com os retornos anormais acumulados ao longo do período. É possível observar um distanciamento maior dos retornos acumulados a partir do dia -21, o quarto dia da análise, que foi o momento que o CAR começa a ser rejeitado na hipótese nula no teste de *t-student*. O motivo deste descolamento é uma forte queda no retorno da carteira logo no início da janela, que foi de maior magnitude do que o esperado, dado o retorno do IBOVESPA.

Outro momento interessante no período anterior ao evento é no dia -12, que os retornos acumulados voltam a figurar em um nível que a hipótese nula não é rejeitada, se mantendo por

três dias. A motivação dessa retomada foi um intervalo de reação da carteira, frente a queda mais acentuada do IBOVESPA.

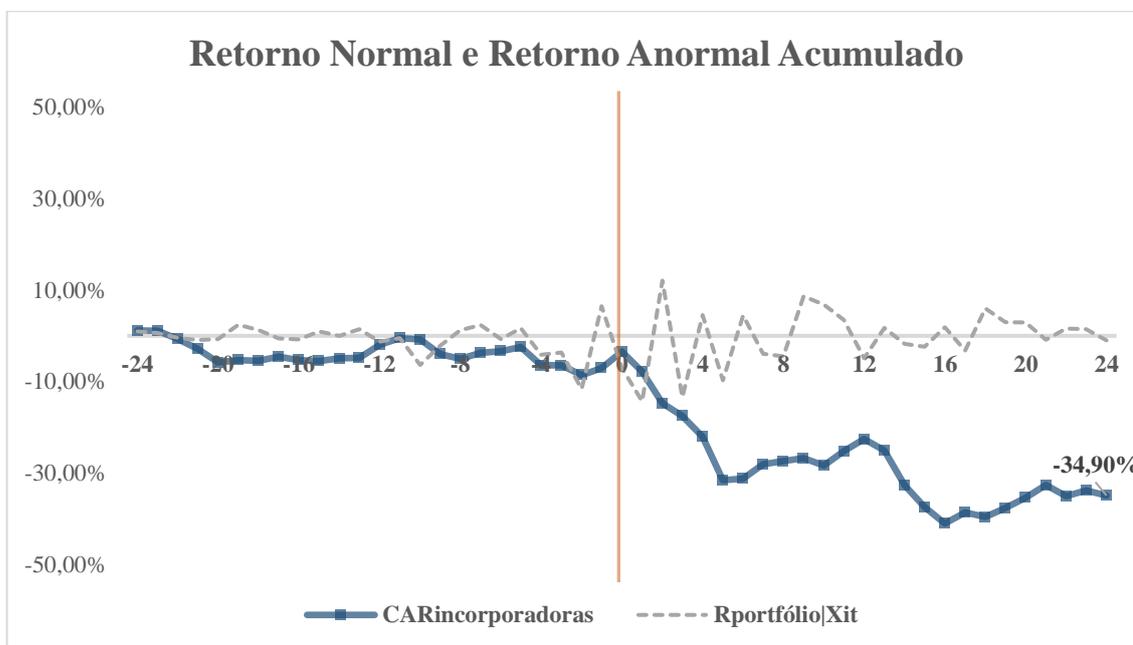


Figura 8 – Retorno Normal e Anormal Acumulado na Janela 1

Fonte: O Autor (2021).

Nos quatro dias prévios ao evento, inicia-se um período de alta volatilidade e neste momento os retornos anormais acumulados voltam a ter valor absoluto maior do que o limite no teste *t-student* e a hipótese volta a ser rejeitada. O período do dia -2 ao dia 5 foi chave para o estudo, nele é possível observar uma grande alternância entre altas e baixas do retorno normal, acompanhando o retorno obtido pelo IBOVESPA. Este cenário de alto risco foi o que culminou no descolamento definitivo dos retornos anormais acumulados que perdurou até o fim da janela, já que a carteira de construção civil obteve uma forte queda, se mostrando ainda mais volátil que o mercado. O fim deste intervalo apresentava retornos anormais acumulados de -31,6%, é possível observar também que após esses oito dias mais conturbados, a curva se estabiliza nos dias até o fim da janela e fecha em -34,90%.

Dessa forma, ao se analisar o comportamento geral da carteira ao longo da janela do evento, em busca de determinar se a hipótese nula de não ocorrência de retornos anormais acumulados na janela, é possível observar que em poucos momentos o fechamento do dia apresentou um valor dentro dos limites estabelecidos pelo teste *t-student*. Ao se utilizar um alfa de 5%, os valores diários de retornos anormais acumulados são divididos pelo erro padrão da

janela de estimação e depois comparados com o valor tabelado para o teste neste nível de significância. Portanto, se o valor em módulo obtido após a divisão for maior que 1,969498, o teste indica que a hipótese deve ser rejeitada.

Como mostra o Quadro 14, somente em sete dos quarenta e nove dias da janela do primeiro evento a amostra não rejeitou a hipótese nula. Dessa forma, é possível afirmar que a carteira com foco em empresas de construção civil não atuou de maneira eficiente em sua forma semi-forte no período observado quando a crise de coronavírus foi decretada pandemia.

Quadro 14 – Resultados da Janela 1

Resultado	Número de Dias
Não Rejeita H0	7
Rejeita H0	42

Fonte: O Autor (2021).

Já para a janela do segundo evento, as conclusões se divergem da anterior. Ao observar o gráfico da Figura 9, nota-se variação muito menor tanto do retorno normal da carteira ao longo do evento quanto do retorno anormal acumulado. Ao contrário da primeira janela, o retorno anormal acumulado apresenta uma variação de maior magnitude positiva já no terceiro dia, rejeitando a hipótese nula para o período. Entretanto, no dia seguinte, o valor já retorna para parâmetros aceitáveis da hipótese nula. Do dia -15 até o dia 1, o retorno acumulado se mantém dentro do intervalo aceitável estatisticamente com seguida variação acima do limite por três dias. Do dia 5 em diante, o valor do retorno anormal acumulado não ultrapassa o limite aceitado pelo nível escolhido para o estudo. Dessa forma, são dois longos intervalos, de 17 e 20 dias, respectivamente, sem grandes desvios do retorno normal para o retorno realizado.

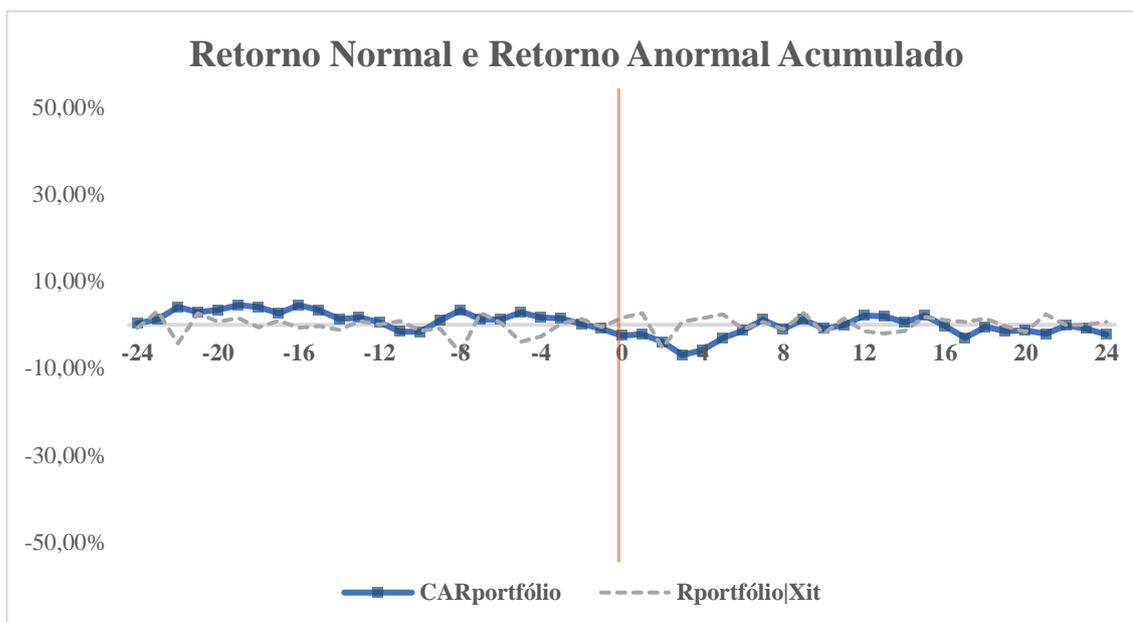


Figura 9 – Retorno Normal e Anormal Acumulado na Janela 2

Fonte: O Autor (2021).

Dessa forma, é possível dizer que o mercado se comportou de forma eficiente em sua forma semiforte durante a janela do segundo evento. O Quadro 15 mostra que a contagem de dias em que a hipótese nula foi rejeitada foi de apenas sete dias, ou 14,2% do período analisado.

Quadro 15 – Resultados da Janela 2

Resultado	Número de Dias
Não Rejeita H0	42
Rejeita H0	7

Fonte: O Autor (2021).

Em busca de compreender melhor o comportamento da carteira e do mercado dentro dos dois períodos estudados, foi examinada também a volatilidade dos retornos dentro dos períodos. Dado que o primeiro evento aconteceu em um momento em que os investidores estavam cercados de incertezas acerca da doença e da nova forma de viver o cotidiano, era esperado uma volatilidade mais alta para este período do que para o segundo. Dessa forma, foi calculado o desvio padrão dos retornos diários do IBOVESA e da carteira de risco mínimo do estudo e os resultados comprovaram a expectativa, conforme apresentado no Quadro 16:

Quadro 16 – Volatilidade nas Janelas de Evento

	Janela 1		Janela 2	
	Retorno Médio	Desvio Padrão	Retorno Médio	Desvio Padrão
IBOVESPA	-0,76%	5,57%	0,03%	1,61%
Portfólio	-1,18%	6,17%	-0,11%	2,54%

Fonte: O Autor (2021).

Dessa forma, é possível observar que o comportamento geral da carteira ao longo da janela foi de queda de maior amplitude do que o esperado pelo modelo obtido por meio do MQO. Para maior entendimento do contexto geral, os retornos acumulados do portfólio e do IBOVESPA ao longo da janela do primeiro evento foram calculados por meio da capitalização discreta (Equação 3), bem como o retorno esperado para a carteira, conforme apresentado na Figura 10. Dados o retorno acumulado do mercado de -36,6% na primeira janela de evento, era esperado um retorno -25,5% do portfólio. O retorno realizado acumulado, porém, foi de -49,5% neste intervalo, justificando os retornos anormais acumulados a partir do dia do evento.

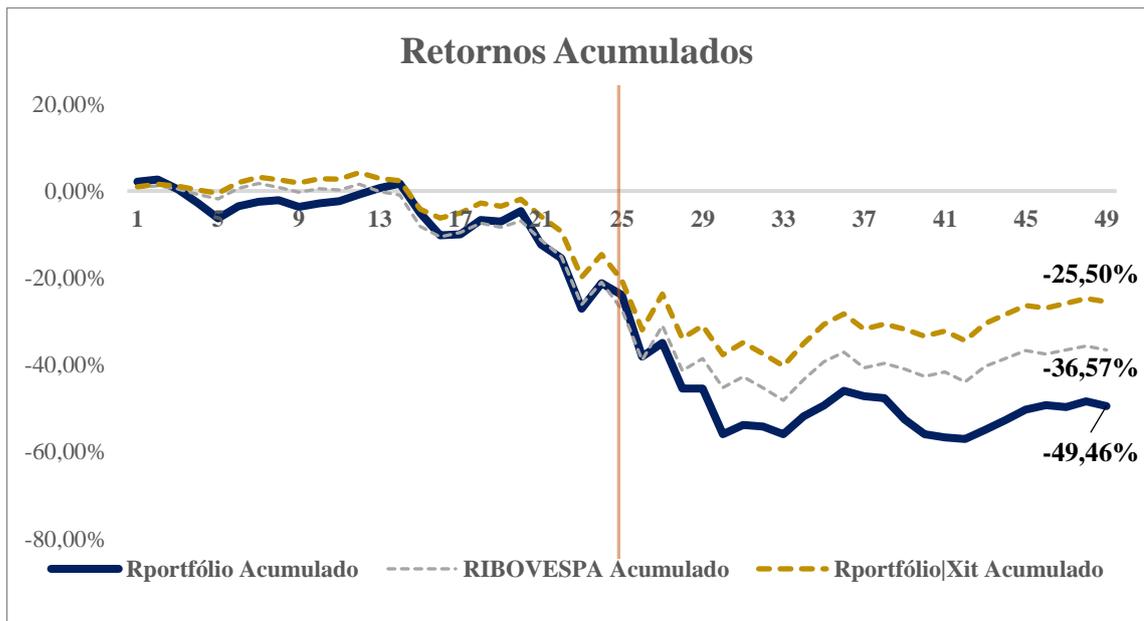


Figura 10 – Retornos Acumulados na Janela 1

Fonte: O Autor (2021).

A forte queda que o portfólio teve durante o evento, porém, foi sucedida por retomada forte durante a Janela de Estimação 2. É possível observar uma recuperação robusta de ambos, carteira e IBOVESPA, durante o intervalo de 190 dias até a próxima janela de evento. Já na

segunda janela, com os ânimos mais calmos por parte dos investidores, é possível afirmar que o portfólio acompanhou o mercado conforme esperado na maior parte do tempo.

Ao analisar os dados da Figura 11, é possível observar que o comportamento dos três retornos na segunda janela de eventos são bem diferentes da primeira. Nota-se que, a o longo de grande parte dos 49 dias de análise, as linhas azul e laranja – retorno normal e retorno realizado – ficam próximas, indicando que o portfólio não performou muito diferente do esperado.

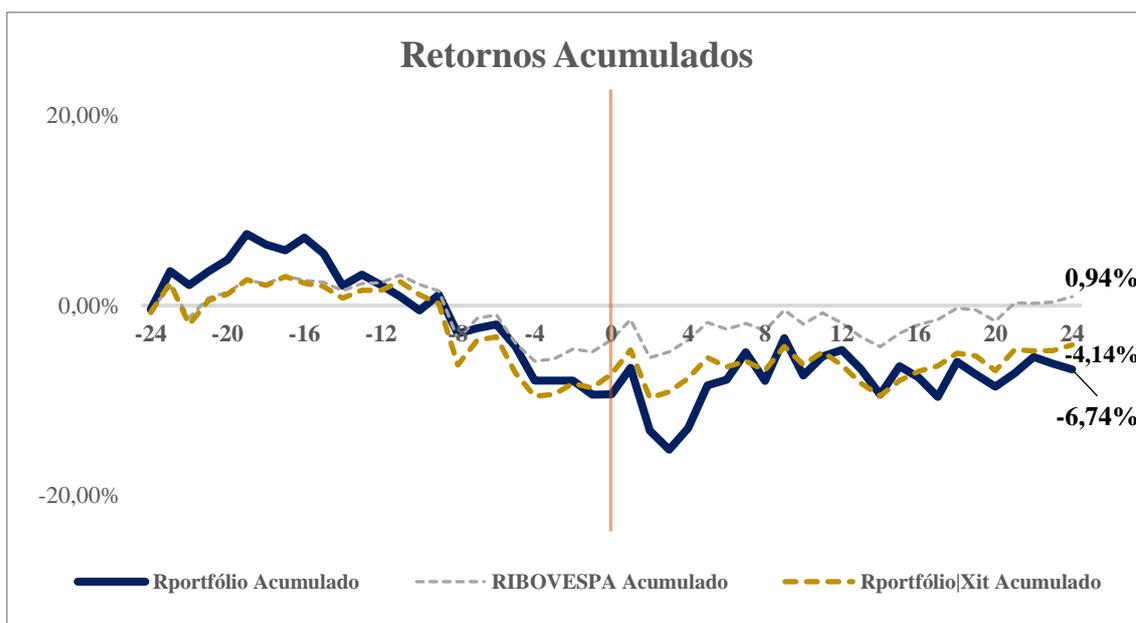


Figura 11 – Retornos Acumulados na Janela 2

Fonte: O Autor (2021).

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como principal objetivo mensurar o impacto causado pela pandemia de COVID-19 nas empresas de construção civil listadas nas bolsa de valores brasileira. Dado que foi um fato não presenciado nas últimas gerações, era de se esperar grandes movimentações e alta volatilidade no mercado devido ao sentimento de pânico causado pela incerteza dos investidores acerca do futuro das companhias e da economia, como um todo.

Neste sentido, o estudo demonstrou como foi a reação deste setor por meio do método econométrico de Estudo de Eventos, que foi desenvolvido por Mackinlay (1997) e Campbell

et. al (1997). O intuito da escolha deste método se deu pela possibilidade de detectar a eficiência de mercado no recorte analítico, conforme proposto por Fama (1991), que alega se tratar de uma poderosa ferramenta para apontar evidências da presença da Hipótese de Eficiência de Mercado em uma janela temporal.

A forma para selecionar a amostra de ações para a carteira teórica do estudo se mostrou eficiente, dado o risco apresentado do conjunto de ativos, em comparação com a análise do risco individualmente de cada empresa. Em ambos os casos, o desvio padrão consolidado do portfólio foi menor a média das empresas, assim como beta consolidado.

Com base nas análises desenvolvidas, foi detectada a presença de retornos anormais acumulados na maior parte da primeira janela de evento. Dessa forma, a hipótese nula da não ocorrência destes retornos pode ser rejeitada e se torna possível constatar que a carteira do setor de construção civil não apresentou eficiência em seu formato semiforte durante o início da crise causada pelo COVID-19. Dessa forma, é possível afirmar que o mercado não incorporou as informações do mercado de maneira imediata e se mostrou irracional frente às incertezas apresentadas pelo mercado naquele período.

Ao contrário da primeira janela, entretanto, os retornos anormais acumulados na segunda amostra estudada apresentam retornos acima do limite apenas em uma minoria de dias. Dessa maneira, como cerca de 86% do período analisado não apresentou retornos anormais acumulados, não é possível rejeitar a hipótese nula do trabalho. Portanto, é possível afirmar que não há evidências para rejeitar a eficiência de mercado na segunda janela de evento analisada. Dessa forma, foi observado que o portfólio de construção civil absorveu as informações de maneira imediata e reagiu da forma esperada às movimentações apresentadas pelo mercado geral neste segundo momento.

Os resultados obtidos para as duas janelas de evento mostra o tamanho do impacto que o evento do anúncio de pandemia pela ONU teve na carteira. Como a queda da carteira no primeiro evento foi bem maior do que o esperado, a incorporação de informações nos preços dos ativos se mostrou bastante difusa do que é proposto pela teoria de eficiência dos mercados. Em tempos menos voláteis e com maior normalidade na vida das pessoas, que foi a segunda janela de eventos, o portfólio se comportou conforme esperado. Apesar de ter beta mais agressivo e, portanto, retornos de maior magnitude que o IBOVESPA, foi possível afirmar que os ativos da carteira incorporaram bem as informações do mercado.

A rejeição da Hipótese de Mercados Eficientes na primeira janela é, por partes, explicada pela grande volatilidade observada no período. Conforme apresentado no Quadro 16, o intervalo de 49 dias utilizado na primeira janela se mostrou muito mais volátil que o primeiro, tornando mais improvável o acompanhamento da carteira observada com o mercado. Além disso, podemos ver que em ambas as janelas de evento, o desvio padrão do portfólio é maior que o do mercado. Esta hipótese é comprovada pela análise dos betas nas janelas de estimação. Em ambos os casos, os betas são agressivos, apesar de o primeiro recorte não ultrapassar o nível de 1.

Apesar de ambas janelas de estimação apresentarem betas altos, o teste de hipótese realizado indicou robusto crescimento estatisticamente significativo do beta de uma janela para a outra. Isso indica que o portfólio de construção civil se comportou de maneira mais agressiva que o mercado após a primeira janela de evento, indicando recuperação desta classe de ativos frente ao IBOVESPA.

Este trabalho estudou como a declaração da ONU, que a crise causada pela COVID-19 se tornou uma pandemia com proporções globais, afetou o mercado. Bem como, a maneira que a segunda onda da doença no Brasil afetou as empresas listadas em bolsa. Dessa forma, não houve o aprofundamento em outras possibilidades de impacto nas ações, o que pode se tornar uma análise interessante para futuros estudos. Como as empresas possuem corpos diretórios distintos, uma boa gestão pode ter mitigado os impactos causados pela pandemia. Outro tema que também pode ser interessante realizar um estudo é sobre os picos de mortes que a pandemia alcançou no país. No período de formatação da presente pesquisa, a data selecionada para o estudo de segunda onda se mostrava como uma alta ainda não vista. Ao final da pandemia, será possível analisar se houve momentos de pânico na bolsa de valores causados pela pandemia após a segunda janela, dada a possibilidade de uma terceira onda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELIER, L. Théorie de la spéculation. **Annales scientifiques de l'École normale supérieure**, v. 17, p. 21–86, 1900.

BJØRN ESPEN ECKBO. **Handbook of corporate finance: empirical corporate finance**. Amsterdam; Boston: Elsevier/North-Holland, 2007.

BROWN, S. J.; WARNER, J. B. Measuring security price performance. **Journal of Financial Economics**, v. 8, n. 3, p. 205–258, 1980.

BROWN, S. J.; WARNER, J. B. Using daily stock returns. **Journal of Financial Economics**, v. 14, n. 1, p. 3–31, 1985.

CAMARGOS, Marcos Antônio de; ROMERO, Julio Alfredo Racchumi. Análise empírica da reação do mercado de capitais brasileiro a eventos corporativos: teste conjunto da hipótese de eficiência do mercado. **Revista de Gestão USP, São Paulo**, v. 13, n. 3, p. 57-74, set. 2006.

CAMARGOS, M. A. DE; BARBOSA, F. V. Eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro em anúncios de fusões e aquisições. **Production**, v. 25, n. 3, p. 571–584, 2015.

CAMPBELL, J. Y.; LO, A. W.; ARCHIE CRAIG MACKINLAY. **The econometrics of financial markets**. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1997.

CIVILETTI, F.; CAMPANI, C.; ROQUETE, R. Equally weighted portfolios and “momentum effect”: an interesting combination for unsophisticated investors? **Brazilian Business Review**, v. 17, n. 5, p. 506–522, 2020.

CORRADO, C. J. Event studies: A methodology review. **Accounting & Finance**, v. 51, n. 1, p. 207–234, 2010.

DAMODARAN, Aswath. Betas by Sector (US). **NYU Stern**, jan. 2020. Disponível em:<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html>. Acesso em 10 de nov. 2020.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383–417, 1970.

FAMA, Eugene F. **Foundations of finance: portfolio decisions and securities prices**. Basic Books Inc., New York, 1976

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: II. **The Journal of Finance**, v. 46, n. 5, p. 1575–1617, 1991.

KOTHARI, S. P.; WARNER, J. B. The Econometrics of Event Studies. **SSRN Electronic Journal**, 2004.

LIRA, M. C.; ALMEIDA, S. A. DE. A VOLATILIDADE NO MERCADO FINANCEIRO EM TEMPOS DA PANDEMIA DO (NOVO)CORONAVÍRUS E DA COVID-19: IMPACTOS E PROJEÇÕES. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 19, 2020.

MALKIEL, B. G. Is the Stock Market Efficient? **Science**, v. 243, n. 4896, p. 1313–1318, 1989a.

MALKIEL, B. G. Response: The Efficient Market Hypothesis. **Science**, v. 244, n. 4911, p. 1424–1425, 1989b.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77–91, 1952.

MARKS, H. **MASTERING THE MARKET CYCLE: getting the odds on your side**. S.L.: Mariner Books, 2021.

MELLAN, T.; HOELTGEBAUM, H.; MISHRA, S.; *et al.* Report 21: **Estimating COVID-19 cases and reproduction number in Brazil WHO Collaborating Centre for Infectious Disease Modelling MRC Centre for Global Infectious Disease Analytics**, 2020. Disponível em: <<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-05-08-COVID19-Report-21.pdf>>.

MOUTINHO, L. **Quanto as Bolsas do mundo perderam por causa do coronavírus**. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/noticias/quanto-bolsas-perderam-coronavirus/>>.

S, S. S.; B, W. M. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591–611, 1965. [Oxford University Press, Biometrika Trust]. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2333709>>.

SANTOS, A. Documento :: SPELL – Scientific Periodicals Electronic Library. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/ver/8612/tecnicas-quantitativas-de-otimizacao-de-carteir--->>.

SANTOS, Pedro Henrique dos; SOUZA, Prof. Dr. João Carlos Felix; NEUMANN, Prof. Dr. Clóvis. **Reação do Mercado às Eleições Presidenciais e ao Processo de Impeachment no Brasil: Um Estudo de Eventos em Instituições Financeiras de Capital Aberto**. 2017. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SILVA, Luiz Antonio Fernandes da. **A verificação das relações entre estratégias de investimento e as hipóteses de eficiência de mercado: um estudo na bolsa de valores de São Paulo**. 2003.

SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora de UFRGS, 2009. P. 31-42.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An Analysis of Variance Test for Normality** (complete samples). *Biometrika*, v. 53, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

STUART, A.; MARKOWITZ, H. M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. **OR**, v. 10, n. 4, p. 253, 1959.

USD BRL Dados Históricos - Investing.com. Disponível em: <<https://br.investing.com/currencies/usd-brl-historical-data>>. Acesso em: 30/8/2021.

APÊNDICE A – Matriz de Correlação

	CYRE3	EVEN3	EZTC3	GFSA3	JHSF3	MRVE3	TEND3	VIVR3	TRIS3	DIRR3	IBOV
CYRE3	1,0000	0,7654	0,8031	0,4822	0,6132	0,7116	0,7048	0,2606	0,6709	0,6655	0,7730
EVEN3	0,7654	1,0000	0,7230	0,4691	0,5689	0,6410	0,6433	0,2329	0,6909	0,6285	0,6728
EZTC3	0,8031	0,7230	1,0000	0,4413	0,5546	0,6646	0,6468	0,2075	0,6262	0,6129	0,6986
GFSA3	0,4822	0,4691	0,4413	1,0000	0,4573	0,4284	0,4313	0,2195	0,4604	0,4314	0,4611
JHSF3	0,6132	0,5689	0,5546	0,4573	1,0000	0,4962	0,5172	0,2524	0,5692	0,5579	0,5911
MRVE3	0,7116	0,6410	0,6646	0,4284	0,4962	1,0000	0,6972	0,2189	0,5616	0,5692	0,6469
TEND3	0,7048	0,6433	0,6468	0,4313	0,5172	0,6972	1,0000	0,1983	0,6290	0,6023	0,6604
VIVR3	0,2606	0,2329	0,2075	0,2195	0,2524	0,2189	0,1983	1,0000	0,1915	0,1944	0,2672
TRIS3	0,6709	0,6909	0,6262	0,4604	0,5692	0,5616	0,6290	0,1915	1,0000	0,5689	0,6189
DIRR3	0,6655	0,6285	0,6129	0,4314	0,5579	0,5692	0,6023	0,1944	0,5689	1,0000	0,5935
IBOV	0,7730	0,6728	0,6986	0,4611	0,5911	0,6469	0,6604	0,2672	0,6189	0,5935	1,0000

Fonte: O Autor (2021).

APÊNDICE B – Matriz de Covariância

	CYRE3	EVEN3	EZTC3	GFSA3	JHSF3	MRVE3	TEND3	VIVR3	TRIS3	DIRR3	IBOV
CYRE3	0,0011	0,0012	0,0011	0,0013	0,0012	0,0010	0,0009	0,0029	0,0011	0,0010	0,0007
EVEN3	0,0009	0,0013	0,0008	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0008	0,0007	0,0004
EZTC3	0,0008	0,0008	0,0010	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0007	0,0006	0,0004
GFSA3	0,0006	0,0007	0,0006	0,0015	0,0006	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0005	0,0003
JHSF3	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0012	0,0005	0,0005	0,0006	0,0007	0,0006	0,0004
MRVE3	0,0007	0,0007	0,0006	0,0005	0,0005	0,0009	0,0006	0,0005	0,0006	0,0005	0,0004
TEND3	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0006	0,0007	0,0004	0,0006	0,0005	0,0003
VIVR3	0,0006	0,0006	0,0005	0,0006	0,0006	0,0005	0,0004	0,0047	0,0006	0,0004	0,0003
TRIS3	0,0007	0,0008	0,0007	0,0006	0,0007	0,0006	0,0006	0,0004	0,0011	0,0006	0,0004
DIRR3	0,0006	0,0007	0,0006	0,0005	0,0006	0,0005	0,0005	0,0004	0,0006	0,0008	0,0003
IBOV	0,0005	0,0004	0,0004	0,0003	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003

Fonte: O Autor (2021).

APÊNDICE C – Retornos Reais na Primeira Janela de Estimação

Data	RIBOVESPA	RPORTFÓLIO
15/04/2019	0,22%	-0,44%
16/04/2019	1,33%	-0,67%
17/04/2019	-1,12%	0,10%
18/04/2019	1,38%	0,20%
22/04/2019	0,01%	-0,19%
23/04/2019	1,40%	2,45%
24/04/2019	-0,92%	-1,57%
25/04/2019	1,57%	0,90%
26/04/2019	-0,33%	-0,17%
29/04/2019	-0,05%	0,31%
30/04/2019	0,17%	-0,24%
02/05/2019	-0,86%	-0,67%
03/05/2019	0,50%	-0,22%
06/05/2019	-1,05%	-0,46%
07/05/2019	-0,65%	1,98%
08/05/2019	1,27%	1,39%
09/05/2019	-0,83%	-0,05%
10/05/2019	-0,58%	0,59%
13/05/2019	-2,72%	0,11%
14/05/2019	0,40%	1,61%
15/05/2019	-0,51%	-1,52%
16/05/2019	-1,76%	-1,92%
17/05/2019	-0,04%	-0,89%
20/05/2019	2,15%	2,41%
21/05/2019	2,72%	2,58%
22/05/2019	-0,13%	0,90%
23/05/2019	-0,48%	-0,69%
24/05/2019	-0,30%	-1,16%
27/05/2019	1,31%	3,99%
28/05/2019	1,60%	1,42%
29/05/2019	0,18%	-0,31%
30/05/2019	0,92%	0,52%
31/05/2019	-0,44%	0,46%
03/06/2019	-0,01%	0,16%
04/06/2019	0,37%	0,29%
05/06/2019	-1,43%	0,81%
06/06/2019	1,25%	2,71%
07/06/2019	0,63%	2,32%
10/06/2019	-0,36%	-0,92%
11/06/2019	1,52%	0,65%
12/06/2019	-0,65%	-0,82%
13/06/2019	0,46%	0,26%

14/06/2019	-0,75%	-0,45%
17/06/2019	-0,43%	0,57%
18/06/2019	1,81%	2,75%
19/06/2019	0,90%	0,15%
21/06/2019	1,69%	1,70%
24/06/2019	0,05%	3,27%
25/06/2019	-1,95%	-2,13%
26/06/2019	0,59%	1,08%
27/06/2019	0,04%	-0,38%
28/06/2019	0,24%	2,21%
01/07/2019	0,37%	-0,10%
02/07/2019	-0,73%	0,62%
03/07/2019	1,42%	0,49%
04/07/2019	1,55%	0,74%
05/07/2019	0,44%	1,52%
08/07/2019	0,42%	2,71%
10/07/2019	1,22%	1,79%
11/07/2019	-0,64%	-0,84%
12/07/2019	-1,19%	-1,78%
15/07/2019	-0,10%	0,92%
16/07/2019	-0,03%	0,65%
17/07/2019	0,08%	-0,63%
18/07/2019	0,83%	1,91%
19/07/2019	-1,22%	-2,19%
22/07/2019	0,48%	-1,44%
23/07/2019	-0,24%	1,89%
24/07/2019	0,40%	-1,02%
25/07/2019	-1,42%	-1,34%
26/07/2019	0,16%	2,22%
29/07/2019	0,64%	1,63%
30/07/2019	-0,53%	0,58%
31/07/2019	-1,09%	0,55%
01/08/2019	0,31%	2,15%
02/08/2019	0,53%	-0,93%
05/08/2019	-2,54%	-2,19%
06/08/2019	2,04%	3,92%
07/08/2019	0,60%	0,35%
08/08/2019	1,29%	3,08%
09/08/2019	-0,11%	-3,08%
12/08/2019	-2,02%	-0,80%
13/08/2019	1,35%	-1,39%
14/08/2019	-2,99%	-2,35%
15/08/2019	-1,21%	-3,26%
16/08/2019	0,75%	0,40%
19/08/2019	-0,34%	0,20%

20/08/2019	-0,25%	-0,90%
21/08/2019	1,98%	3,93%
22/08/2019	-1,18%	-0,03%
23/08/2019	-2,37%	-4,26%
26/08/2019	-1,28%	-3,15%
27/08/2019	0,87%	2,68%
28/08/2019	0,94%	0,30%
29/08/2019	2,35%	3,69%
30/08/2019	0,61%	1,07%
02/09/2019	-0,50%	2,48%
03/09/2019	-0,94%	-2,28%
04/09/2019	1,51%	-3,66%
05/09/2019	1,02%	0,51%
06/09/2019	0,67%	-0,28%
09/09/2019	0,24%	-2,66%
10/09/2019	-0,14%	0,25%
11/09/2019	0,40%	5,48%
12/09/2019	0,89%	-0,17%
13/09/2019	-0,84%	-1,67%
16/09/2019	0,17%	-0,99%
17/09/2019	0,90%	3,45%
18/09/2019	-0,08%	0,22%
19/09/2019	-0,18%	0,66%
20/09/2019	0,46%	-0,25%
23/09/2019	-0,17%	-0,74%
24/09/2019	-0,73%	-1,78%
25/09/2019	0,58%	-0,61%
26/09/2019	0,80%	0,65%
27/09/2019	-0,23%	-1,01%
30/09/2019	-0,32%	-0,74%
01/10/2019	-0,66%	-1,32%
02/10/2019	-2,95%	-1,55%
03/10/2019	0,48%	1,18%
04/10/2019	1,01%	0,41%
07/10/2019	-1,95%	-2,10%
08/10/2019	-0,59%	-0,97%
09/10/2019	1,26%	1,17%
10/10/2019	0,56%	0,48%
11/10/2019	1,96%	2,38%
14/10/2019	0,45%	1,08%
15/10/2019	0,18%	-3,53%
16/10/2019	0,89%	-0,06%
17/10/2019	-0,39%	1,22%
18/10/2019	-0,27%	0,71%
21/10/2019	1,23%	0,11%

22/10/2019	1,27%	1,52%
23/10/2019	0,15%	-1,29%
24/10/2019	-0,52%	-1,07%
25/10/2019	0,35%	-1,13%
28/10/2019	0,76%	1,07%
29/10/2019	-0,58%	0,44%
30/10/2019	0,79%	0,14%
31/10/2019	-1,10%	-1,59%
01/11/2019	0,91%	4,39%
04/11/2019	0,54%	2,75%
05/11/2019	-0,06%	-1,31%
06/11/2019	-0,33%	0,68%
07/11/2019	1,12%	-0,10%
08/11/2019	-1,80%	-1,61%
11/11/2019	0,68%	1,75%
12/11/2019	-1,50%	-1,41%
13/11/2019	-0,65%	-1,19%
14/11/2019	0,47%	1,49%
18/11/2019	-0,27%	0,29%
19/11/2019	-0,38%	0,16%
21/11/2019	1,53%	0,21%
22/11/2019	1,11%	0,66%
25/11/2019	-0,25%	-0,41%
26/11/2019	-1,27%	-1,51%
27/11/2019	0,60%	-2,18%
28/11/2019	0,54%	0,92%
29/11/2019	-0,05%	0,11%
02/12/2019	0,64%	-0,06%
03/12/2019	0,03%	3,89%
04/12/2019	1,23%	-1,02%
05/12/2019	0,29%	1,06%
06/12/2019	0,45%	3,60%
09/12/2019	-0,13%	0,46%
10/12/2019	-0,28%	-0,80%
11/12/2019	0,26%	1,16%
12/12/2019	1,11%	4,20%
13/12/2019	0,32%	4,33%
16/12/2019	-0,60%	0,80%
17/12/2019	0,64%	-1,30%
18/12/2019	1,50%	3,05%
19/12/2019	0,71%	-0,30%
20/12/2019	-0,01%	-0,99%
23/12/2019	0,64%	1,64%
26/12/2019	1,15%	3,22%
27/12/2019	-0,57%	0,77%

30/12/2019	-0,77%	0,14%
02/01/2020	2,50%	4,55%
03/01/2020	-0,73%	1,09%
06/01/2020	-0,71%	-0,15%
07/01/2020	-0,18%	1,35%
08/01/2020	-0,36%	-0,96%
09/01/2020	-0,26%	-0,07%
10/01/2020	-0,38%	1,36%
13/01/2020	1,57%	1,44%
14/01/2020	0,26%	3,15%
15/01/2020	-1,04%	0,80%
16/01/2020	0,25%	0,32%
17/01/2020	1,51%	0,39%
20/01/2020	0,32%	2,24%
21/01/2020	-1,56%	0,76%
22/01/2020	1,16%	-0,14%
23/01/2020	0,96%	1,45%
24/01/2020	-0,97%	-0,63%
27/01/2020	-3,35%	-4,48%
28/01/2020	1,73%	-0,48%
29/01/2020	-0,94%	1,68%
30/01/2020	0,12%	-2,11%
31/01/2020	-1,54%	-2,56%

Fonte: O Autor (2021).

APÊNDICE D - Retornos Anormais, Retornos Anormais Acumulados e Teste de Hipótese da Primeira Janela de Evento

Data	RIBOVESPA	τ	R_{portfólio}	R_{portfólio} X_{it}	R_{portfólio}	CAR_{portfólio}	tCAR_{portfólio}	Resultado
04/02/2020	0,81%	-24	2,13%	0,96%	1,17%	1,17%	0,79	<i>Não Rejeita H0</i>
05/02/2020	0,41%	-23	0,49%	0,60%	-0,10%	1,07%	0,72	<i>Não Rejeita H0</i>
06/02/2020	-0,73%	-22	-2,22%	-0,43%	-1,79%	-0,72%	-0,49	<i>Não Rejeita H0</i>
07/02/2020	-1,24%	-21	-3,09%	-0,90%	-2,19%	-2,91%	-1,97	<i>Rejeita H0</i>
10/02/2020	-1,06%	-20	-3,64%	-0,74%	-2,90%	-5,81%	-3,94	<i>Rejeita H0</i>
11/02/2020	2,46%	-19	2,92%	2,46%	0,46%	-5,35%	-3,63	<i>Rejeita H0</i>
12/02/2020	1,12%	-18	1,11%	1,25%	-0,13%	-5,48%	-3,72	<i>Rejeita H0</i>
13/02/2020	-0,87%	-17	0,35%	-0,56%	0,91%	-4,57%	-3,10	<i>Rejeita H0</i>
14/02/2020	-1,11%	-16	-1,56%	-0,79%	-0,78%	-5,35%	-3,63	<i>Rejeita H0</i>
17/02/2020	0,81%	-15	0,81%	0,96%	-0,15%	-5,51%	-3,73	<i>Rejeita H0</i>
18/02/2020	-0,29%	-14	0,59%	-0,03%	0,63%	-4,88%	-3,31	<i>Rejeita H0</i>
19/02/2020	1,33%	-13	1,50%	1,44%	0,07%	-4,81%	-3,26	<i>Rejeita H0</i>
20/02/2020	-1,67%	-12	1,54%	-1,29%	2,84%	-1,97%	-1,34	<i>Não Rejeita H0</i>
21/02/2020	-0,79%	-11	1,00%	-0,49%	1,49%	-0,49%	-0,33	<i>Não Rejeita H0</i>
26/02/2020	-7,26%	-10	-6,65%	-6,37%	-0,27%	-0,76%	-0,51	<i>Não Rejeita H0</i>
27/02/2020	-2,62%	-9	-5,38%	-2,15%	-3,22%	-3,98%	-2,70	<i>Rejeita H0</i>
28/02/2020	1,15%	-8	0,24%	1,27%	-1,03%	-5,01%	-3,40	<i>Rejeita H0</i>
02/03/2020	2,33%	-7	3,63%	2,34%	1,29%	-3,72%	-2,52	<i>Rejeita H0</i>
03/03/2020	-1,03%	-6	-0,38%	-0,70%	0,33%	-3,39%	-2,30	<i>Rejeita H0</i>
04/03/2020	1,59%	-5	2,60%	1,67%	0,93%	-2,46%	-1,67	<i>Não Rejeita H0</i>
05/03/2020	-4,77%	-4	-8,08%	-4,11%	-3,98%	-6,44%	-4,37	<i>Rejeita H0</i>
06/03/2020	-4,23%	-3	-3,60%	-3,62%	0,02%	-6,42%	-4,36	<i>Rejeita H0</i>
09/03/2020	-12,98%	-2	-13,72%	-11,57%	-2,15%	-8,58%	-5,81	<i>Rejeita H0</i>
10/03/2020	6,90%	-1	8,04%	6,50%	1,54%	-7,04%	-4,77	<i>Rejeita H0</i>
11/03/2020	-7,95%	0	-3,43%	-6,99%	3,57%	-3,47%	-2,35	<i>Rejeita H0</i>
12/03/2020	-15,99%	1	-18,66%	-14,31%	-4,35%	-7,82%	-5,30	<i>Rejeita H0</i>
13/03/2020	13,02%	2	5,17%	12,07%	-6,89%	-14,72%	-9,98	<i>Rejeita H0</i>
16/03/2020	-14,99%	3	-16,21%	-13,40%	-2,81%	-17,53%	-11,89	<i>Rejeita H0</i>
17/03/2020	4,73%	4	0,02%	4,53%	-4,51%	-22,04%	-14,94	<i>Rejeita H0</i>
18/03/2020	-10,92%	5	-19,24%	-9,70%	-9,54%	-31,58%	-21,41	<i>Rejeita H0</i>
19/03/2020	4,63%	6	4,80%	4,44%	0,36%	-31,22%	-21,17	<i>Rejeita H0</i>
20/03/2020	-4,54%	7	-0,78%	-3,90%	3,12%	-28,10%	-19,05	<i>Rejeita H0</i>
23/03/2020	-5,19%	8	-3,79%	-4,49%	0,70%	-27,40%	-18,58	<i>Rejeita H0</i>
24/03/2020	9,25%	9	9,27%	8,63%	0,64%	-26,76%	-18,14	<i>Rejeita H0</i>
25/03/2020	7,23%	10	5,19%	6,80%	-1,61%	-28,37%	-19,24	<i>Rejeita H0</i>
26/03/2020	3,61%	11	6,67%	3,51%	3,16%	-25,21%	-17,09	<i>Rejeita H0</i>
27/03/2020	-5,67%	12	-2,30%	-4,92%	2,62%	-22,58%	-15,31	<i>Rejeita H0</i>
30/03/2020	1,64%	13	-0,75%	1,71%	-2,46%	-25,05%	-16,99	<i>Rejeita H0</i>
31/03/2020	-2,19%	14	-9,41%	-1,77%	-7,65%	-32,69%	-22,17	<i>Rejeita H0</i>
01/04/2020	-2,85%	15	-7,09%	-2,36%	-4,72%	-37,41%	-25,37	<i>Rejeita H0</i>
02/04/2020	1,80%	16	-1,75%	1,86%	-3,61%	-41,03%	-27,82	<i>Rejeita H0</i>

03/04/2020	-3,83%	17	-0,83%	-3,26%	2,42%	-38,60%	-26,18	<i>Rejeita H0</i>
06/04/2020	6,32%	18	4,96%	5,97%	-1,01%	-39,62%	-26,86	<i>Rejeita H0</i>
07/04/2020	3,04%	19	4,94%	2,99%	1,95%	-37,66%	-25,54	<i>Rejeita H0</i>
08/04/2020	2,93%	20	5,12%	2,89%	2,24%	-35,43%	-24,02	<i>Rejeita H0</i>
09/04/2020	-1,21%	21	1,97%	-0,87%	2,84%	-32,59%	-22,10	<i>Rejeita H0</i>
13/04/2020	1,47%	22	-0,90%	1,57%	-2,47%	-35,06%	-23,77	<i>Rejeita H0</i>
14/04/2020	1,36%	23	2,69%	1,47%	1,23%	-33,83%	-22,94	<i>Rejeita H0</i>
15/04/2020	-1,37%	24	-2,09%	-1,02%	-1,07%	-34,90%	-23,67	<i>Rejeita H0</i>

Fonte: O Autor (2021).

APÊNDICE E – Retornos Reais na Segunda Janela de Estimação

Data	RIBOVESPA	RPORTFÓLIO
17/04/2020	1,50%	-1,26%
20/04/2020	-0,02%	0,37%
22/04/2020	2,15%	9,35%
23/04/2020	-1,26%	-1,92%
24/04/2020	-5,60%	-11,88%
27/04/2020	3,79%	4,56%
28/04/2020	3,85%	6,61%
29/04/2020	2,26%	4,16%
30/04/2020	-3,26%	-4,95%
04/05/2020	-2,05%	-3,47%
05/05/2020	0,75%	0,19%
06/05/2020	-0,51%	-1,32%
07/05/2020	-1,20%	-4,38%
08/05/2020	2,71%	0,10%
11/05/2020	-1,50%	-2,43%
12/05/2020	-1,52%	-2,85%
13/05/2020	-0,13%	-0,41%
14/05/2020	1,58%	1,33%
15/05/2020	-1,86%	0,03%
18/05/2020	4,58%	8,29%
19/05/2020	-0,56%	-1,49%
20/05/2020	0,71%	1,16%
21/05/2020	2,08%	4,70%
22/05/2020	-1,03%	-2,24%
25/05/2020	4,16%	7,69%
26/05/2020	-0,23%	0,11%
27/05/2020	2,86%	4,18%
28/05/2020	-1,14%	-1,92%
29/05/2020	0,52%	-0,83%
01/06/2020	1,38%	3,09%
02/06/2020	2,70%	5,24%
03/06/2020	2,13%	6,42%
04/06/2020	0,88%	0,02%
05/06/2020	0,86%	2,24%
08/06/2020	3,13%	3,49%
09/06/2020	-0,92%	-0,72%
10/06/2020	-2,15%	-3,86%
12/06/2020	-2,02%	-1,84%
15/06/2020	-0,45%	-0,26%
16/06/2020	1,24%	0,90%
17/06/2020	2,13%	5,44%
18/06/2020	0,60%	0,18%

19/06/2020	0,46%	4,19%
22/06/2020	-1,29%	1,88%
23/06/2020	0,67%	2,28%
24/06/2020	-1,68%	-1,69%
25/06/2020	1,69%	2,29%
26/06/2020	-2,26%	-3,19%
29/06/2020	2,01%	3,72%
30/06/2020	-0,71%	1,09%
01/07/2020	1,20%	3,19%
02/07/2020	0,03%	0,09%
03/07/2020	0,55%	3,45%
06/07/2020	2,22%	0,44%
07/07/2020	-1,20%	1,13%
08/07/2020	2,03%	2,61%
10/07/2020	0,26%	2,07%
13/07/2020	-1,34%	-1,95%
14/07/2020	1,75%	1,10%
15/07/2020	1,34%	-0,83%
16/07/2020	-1,22%	-0,56%
17/07/2020	2,30%	0,80%
20/07/2020	1,48%	0,60%
21/07/2020	-0,11%	-1,15%
22/07/2020	-0,02%	-0,57%
23/07/2020	-1,93%	-3,40%
24/07/2020	0,09%	-1,32%
27/07/2020	2,03%	0,07%
28/07/2020	-0,35%	-2,53%
29/07/2020	1,43%	3,85%
30/07/2020	-0,57%	0,47%
31/07/2020	-2,02%	-1,74%
03/08/2020	-0,08%	-2,74%
04/08/2020	-1,58%	-1,16%
05/08/2020	1,55%	1,84%
06/08/2020	1,28%	0,52%
07/08/2020	-1,31%	-2,28%
10/08/2020	0,65%	-1,09%
11/08/2020	-1,24%	-0,59%
12/08/2020	-0,06%	-2,26%
13/08/2020	-1,64%	-0,15%
14/08/2020	0,88%	2,17%
17/08/2020	-1,75%	-5,62%
18/08/2020	2,45%	5,29%
19/08/2020	-1,19%	-1,64%
20/08/2020	0,61%	3,58%
21/08/2020	0,05%	1,43%

24/08/2020	0,76%	-1,98%
25/08/2020	-0,18%	-1,42%
26/08/2020	-1,47%	-2,20%
27/08/2020	0,00%	-0,52%
28/08/2020	1,50%	2,98%
31/08/2020	-2,75%	-3,38%
01/09/2020	2,78%	1,96%
02/09/2020	-0,25%	-0,29%
03/09/2020	-1,17%	-2,08%
04/09/2020	0,52%	0,37%
08/09/2020	-1,18%	1,20%
09/09/2020	1,23%	0,71%
10/09/2020	-2,46%	-2,44%
11/09/2020	-0,48%	-0,82%
14/09/2020	1,92%	2,63%
15/09/2020	0,02%	-2,05%
16/09/2020	-0,62%	-1,30%
17/09/2020	0,42%	-1,13%
18/09/2020	-1,82%	-3,28%
21/09/2020	-1,33%	-2,68%
22/09/2020	0,31%	1,61%
23/09/2020	-1,62%	-1,94%
24/09/2020	1,33%	1,74%
25/09/2020	-0,01%	0,54%
28/09/2020	-2,43%	-3,74%
29/09/2020	-1,15%	-0,65%
30/09/2020	1,09%	2,64%
01/10/2020	0,92%	4,88%
02/10/2020	-1,54%	-1,74%
05/10/2020	2,18%	-0,34%
06/10/2020	-0,49%	0,60%
07/10/2020	-0,09%	-0,03%
08/10/2020	2,47%	1,80%
09/10/2020	-0,45%	2,92%
13/10/2020	1,04%	-3,93%
14/10/2020	0,84%	0,60%
15/10/2020	-0,28%	0,62%
16/10/2020	-0,75%	0,29%
19/10/2020	0,35%	-0,77%
20/10/2020	1,89%	2,94%
21/10/2020	0,01%	-0,20%
22/10/2020	1,35%	-1,22%
23/10/2020	-0,65%	-1,17%
26/10/2020	-0,24%	-2,04%
27/10/2020	-1,41%	-1,33%

28/10/2020	-4,35%	-5,38%
29/10/2020	1,26%	0,38%
30/10/2020	-2,76%	-4,96%
03/11/2020	2,13%	1,30%
04/11/2020	1,95%	4,84%
05/11/2020	2,90%	2,38%
06/11/2020	0,17%	2,16%
09/11/2020	2,53%	0,82%
10/11/2020	1,49%	0,29%
11/11/2020	-0,25%	-1,23%
12/11/2020	-2,22%	-2,95%
13/11/2020	2,14%	3,99%
16/11/2020	1,62%	2,02%
17/11/2020	0,77%	-2,44%
18/11/2020	-1,06%	-1,45%
19/11/2020	0,52%	-0,27%
20/11/2020	-0,59%	-0,17%
23/11/2020	1,25%	-0,78%
24/11/2020	2,22%	0,77%
25/11/2020	0,31%	3,06%
26/11/2020	0,09%	0,05%
27/11/2020	0,32%	0,72%
30/11/2020	-1,53%	-3,91%
01/12/2020	2,28%	1,58%
02/12/2020	0,43%	2,98%
03/12/2020	0,37%	2,77%
04/12/2020	1,29%	-1,59%
07/12/2020	-0,14%	-1,23%
08/12/2020	0,18%	0,85%
09/12/2020	-0,70%	-1,10%
10/12/2020	1,87%	0,06%
11/12/2020	0,00%	-0,03%
14/12/2020	-0,45%	2,05%
15/12/2020	1,33%	0,54%
16/12/2020	1,46%	0,51%
17/12/2020	0,46%	-1,61%
18/12/2020	-0,32%	-0,81%
21/12/2020	-1,88%	-2,25%
22/12/2020	0,70%	-1,18%
23/12/2020	1,00%	-0,82%
28/12/2020	1,11%	0,35%
29/12/2020	0,24%	2,40%
30/12/2020	-0,33%	0,62%
04/01/2021	-0,14%	-1,59%
05/01/2021	0,44%	-1,42%

06/01/2021	-0,23%	-3,06%
07/01/2021	2,72%	-1,54%
08/01/2021	2,17%	5,82%
11/01/2021	-1,47%	-0,94%
12/01/2021	0,60%	2,97%
13/01/2021	-1,68%	0,90%
14/01/2021	1,26%	2,41%
15/01/2021	-2,57%	-0,23%
18/01/2021	0,74%	-1,96%
19/01/2021	-0,50%	-0,70%
20/01/2021	-0,82%	-0,08%
21/01/2021	-1,11%	-3,82%
22/01/2021	-0,80%	0,27%

Fonte: O Autor (2021).

**APÊNDICE F - Retornos Anormais, Retornos Anormais Acumulados e Teste de
Hipótese da Segunda Janela de Evento**

Data	RIBOVESPA	τ	R_{portfólio}	R_{portfólio X_{it}}	R_{portfólio}	CAR_{portfólio}	tCAR_{portfólio}	Resultado
27/01/2021	-0,50%	-24	-0,41%	-0,74%	0,33%	0,33%	0,18	<i>Não Rejeita H0</i>
28/01/2021	2,56%	-23	4,05%	3,15%	0,90%	1,23%	0,67	<i>Não Rejeita H0</i>
29/01/2021	-3,26%	-22	-1,43%	-4,26%	2,83%	4,07%	2,21	<i>Rejeita H0</i>
01/02/2021	2,11%	-21	1,42%	2,58%	-1,16%	2,91%	1,58	<i>Não Rejeita H0</i>
02/02/2021	0,61%	-20	1,19%	0,67%	0,53%	3,43%	1,86	<i>Não Rejeita H0</i>
03/02/2021	1,25%	-19	2,59%	1,49%	1,10%	4,53%	2,46	<i>Rejeita H0</i>
04/02/2021	-0,39%	-18	-1,04%	-0,60%	-0,44%	4,09%	2,22	<i>Rejeita H0</i>
05/02/2021	0,82%	-17	-0,56%	0,94%	-1,50%	2,60%	1,41	<i>Não Rejeita H0</i>
08/02/2021	-0,45%	-16	1,26%	-0,68%	1,94%	4,54%	2,47	<i>Rejeita H0</i>
09/02/2021	-0,19%	-15	-1,57%	-0,35%	-1,23%	3,31%	1,80	<i>Não Rejeita H0</i>
10/02/2021	-0,87%	-14	-3,22%	-1,22%	-2,01%	1,31%	0,71	<i>Não Rejeita H0</i>
11/02/2021	0,73%	-13	1,16%	0,82%	0,34%	1,65%	0,89	<i>Não Rejeita H0</i>
12/02/2021	0,11%	-12	-1,06%	0,03%	-1,10%	0,55%	0,30	<i>Não Rejeita H0</i>
17/02/2021	0,77%	-11	-1,21%	0,88%	-2,09%	-1,54%	-0,84	<i>Não Rejeita H0</i>
18/02/2021	-0,97%	-10	-1,43%	-1,34%	-0,10%	-1,64%	-0,89	<i>Não Rejeita H0</i>
19/02/2021	-0,65%	-9	1,68%	-0,93%	2,61%	0,97%	0,53	<i>Não Rejeita H0</i>
22/02/2021	-4,99%	-8	-4,07%	-6,46%	2,39%	3,36%	1,83	<i>Não Rejeita H0</i>
23/02/2021	2,25%	-7	0,59%	2,76%	-2,17%	1,19%	0,65	<i>Não Rejeita H0</i>
24/02/2021	0,38%	-6	0,43%	0,38%	0,05%	1,24%	0,67	<i>Não Rejeita H0</i>
25/02/2021	-2,99%	-5	-2,36%	-3,92%	1,56%	2,80%	1,52	<i>Não Rejeita H0</i>
26/02/2021	-2,00%	-4	-3,78%	-2,65%	-1,13%	1,67%	0,91	<i>Não Rejeita H0</i>
01/03/2021	0,27%	-3	-0,01%	0,24%	-0,25%	1,42%	0,77	<i>Não Rejeita H0</i>
02/03/2021	1,09%	-2	0,02%	1,28%	-1,26%	0,17%	0,09	<i>Não Rejeita H0</i>
03/03/2021	-0,32%	-1	-1,60%	-0,51%	-1,08%	-0,92%	-0,50	<i>Não Rejeita H0</i>
04/03/2021	1,35%	0	0,00%	1,61%	-1,61%	-2,52%	-1,37	<i>Não Rejeita H0</i>
05/03/2021	2,20%	1	3,09%	2,70%	0,39%	-2,14%	-1,16	<i>Não Rejeita H0</i>
08/03/2021	-4,07%	2	-7,08%	-5,29%	-1,80%	-3,93%	-2,14	<i>Rejeita H0</i>
09/03/2021	0,65%	3	-2,30%	0,72%	-3,02%	-6,95%	-3,78	<i>Rejeita H0</i>
10/03/2021	1,29%	4	2,67%	1,54%	1,13%	-5,82%	-3,16	<i>Rejeita H0</i>
11/03/2021	1,94%	5	5,17%	2,36%	2,80%	-3,01%	-1,64	<i>Não Rejeita H0</i>
12/03/2021	-0,72%	6	0,67%	-1,02%	1,69%	-1,32%	-0,72	<i>Não Rejeita H0</i>
15/03/2021	0,60%	7	3,12%	0,66%	2,45%	1,13%	0,62	<i>Não Rejeita H0</i>
16/03/2021	-0,73%	8	-3,17%	-1,03%	-2,13%	-1,00%	-0,54	<i>Não Rejeita H0</i>
17/03/2021	2,20%	9	4,91%	2,69%	2,22%	1,21%	0,66	<i>Não Rejeita H0</i>
18/03/2021	-1,48%	10	-4,09%	-1,99%	-2,10%	-0,89%	-0,48	<i>Não Rejeita H0</i>
19/03/2021	1,20%	11	2,19%	1,42%	0,77%	-0,12%	-0,06	<i>Não Rejeita H0</i>
22/03/2021	-1,08%	12	0,71%	-1,48%	2,19%	2,07%	1,13	<i>Não Rejeita H0</i>
23/03/2021	-1,50%	13	-2,11%	-2,02%	-0,09%	1,98%	1,08	<i>Não Rejeita H0</i>
24/03/2021	-1,06%	14	-2,90%	-1,46%	-1,44%	0,54%	0,29	<i>Não Rejeita H0</i>
25/03/2021	1,49%	15	3,33%	1,80%	1,53%	2,07%	1,13	<i>Não Rejeita H0</i>
26/03/2021	0,90%	16	-1,26%	1,04%	-2,30%	-0,23%	-0,13	<i>Não Rejeita H0</i>

29/03/2021	0,55%	17	-2,24%	0,60%	-2,84%	-3,07%	-1,67	<i>Não Rejeita H0</i>
30/03/2021	1,23%	18	4,08%	1,46%	2,62%	-0,45%	-0,24	<i>Não Rejeita H0</i>
31/03/2021	-0,18%	19	-1,43%	-0,34%	-1,09%	-1,53%	-0,83	<i>Não Rejeita H0</i>
01/04/2021	-1,19%	20	-1,35%	-1,62%	0,27%	-1,27%	-0,69	<i>Não Rejeita H0</i>
05/04/2021	1,95%	21	1,52%	2,37%	-0,86%	-2,12%	-1,15	<i>Não Rejeita H0</i>
06/04/2021	-0,02%	22	1,84%	-0,13%	1,97%	-0,15%	-0,08	<i>Não Rejeita H0</i>
07/04/2021	0,11%	23	-0,71%	0,03%	-0,74%	-0,90%	-0,49	<i>Não Rejeita H0</i>
08/04/2021	0,58%	24	-0,67%	0,64%	-1,31%	-2,20%	-1,20	<i>Não Rejeita H0</i>

Fonte: O Autor (2021).